ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

TAŞOVA (AMASYA) DOLAYINDAKİ HEYELANLARIN MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ İNCELEMESİ

R. PELİN BİLGEHAN

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2004

Her hakkı saklıdır.

Prof. Dr. Recep KILIÇ danışmanlığında R. Pelin BİLGEHAN tarafından hazırlanan bu çalışma 21 Aralık 2004 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı' nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ergun GÖKTEN *İmza:*

Üye : Prof. Dr. Recep KILIÇ *İmza:*

Üye : Prof. Dr. Reşat ULUSAY *İmza:*

Üye : Prof. Dr. Aydın ÖZSAN *İmza:*

Üye : Prof. Dr. Nail ÜNSAL *İmza:*

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Metin OLGUN
Enstitü Müdürü

ÖZET
Doktora Tezi

TAŞOVA (AMASYA) DOLAYINDAKİ HEYELANLARIN MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ İNCELEMESİ

R. Pelin BİLGEHAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Recep KILIÇ

Amasya iline bağlı Taşova ve Alparslan ilçeleri arasındaki Kuzey Anadolu Fay Zonu içerisinde yaklaşık 2.5 km x 6.0 km^2' lik alanda çok sayıda heyelan bulunmaktadır. Bu heyelanlar; eğimin yüksek olması, Yeşilırmağın yamaç topuklarındaki aşındırma etkisi, yeraltısuyu ve muhtemelen depremlerin etkisi ile meydana gelmekte, tarım arazileri ile yerleşim alanlarını olumsuz yönde etkilemektedir. İnceleme alanı; güneyde Yeşilırmak ve Taşova ilçesi, kuzeyde Taşova ilçesi ile Alparslan ilçesi arasındaki en yüksek noktalardan geçen akım sınırı, batıda Çaydibi deresi ve Çaydibi köyü ve doğuda Dereköy çayı ile Dereköy arasındaki yaklaşık 15 km^2 lik bir alanı kaplar. Pliyosen yaşlı çakıl, kum ve kahverenkli silt ile bunların altında yeşilimsi silt bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, heyelanın mühendislik jeolojisini ve stabilite koşullarını incelemektir. Bu amaçla, heyelan bölgesinin jeoloji haritası ve kesitleri hazırlanmıştır. Heyelanın topuğuna yakın kesimlerinde açılan toplam 250 m derinlikte, altı adet jeoteknik sondajı ile birimlerin yatay ve düşey yöndeki değişimleri incelenmiş, zeminleri temsil edici örnekler alınmıştır. Sondaj kuyularına plastik borular yerleştirilmiş, yeraltısuyu ile kuyu derinliği periyodik olarak ölçülerek heyelanın kayma yüzeyi belirlenmiştir. Sabit bir baz noktasına göre GPS yardımı ile topuktaki iki sondaj noktasında 10 aylık sürede 4.5 cm ile 9.5 cm arasında kayma belirlenmiştir. Kayma yüzeyinin derinliği 25.0 m ile 33.0 m arasında değişmektedir.

İki kesit hattı boyunca dairesel olmayan kayma yüzeyleri için Janbu yöntemi ile yapılan duraylılık analizinde güvenlik sayısı, statik koşulda birinci kesit için 1.71 ve ikinci kesit için 1.83 dür. Kayma daireleri ve güvenlik sayıları Civilserve GMBH DP GGU-Stability programı yardımı ile belirlenmiştir. Topuk kısmında Bishop dilim yöntemine göre dairesel kayma olmakta, yapılan duraylılık analizinde güvenlik sayısı, statik koşulda birinci kesitte 1.24 ve ikinci kesitte 1.16' dır. Dinamik koşulda ise güvenlik sayısının 1 olması için yatay psödostatik katsayı birinci kesitte 0.038 ve ikinci kesitte 0.023 hesaplanmıştır. Duraylılık analizlerinden elde edilen sonuçlara göre Yeşilırmağın toputan 5.0 m yük alması halinde dinamik şartlarda güvenlik katsayısının 1 olması için yatay psödostatik katsayı 0.02 ve 10 m. Yük alması halinde 0.003 hesaplanmıştır. Duraylılığın sağlanması için Yeşilırmağın topuktan yük almasının önlenmesi ve yüzey drenajının yapılması sağlanmalıdır.

2004, 100 Sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Taşova, Kuzey Anadolu Fay Zonu, Heyelan, Jeoteknik sondaj, Kayma dayanımı, Şev duraylılığı.

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

ASSESSMENT OF THE ENGINEERING GEOLOGY OF THE LANDSLİDES AROUND TAŞOVA (AMASYA, TURKEY)

R. Pelin BİLGEHAN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Recep KILIÇ

Many landslides exist within the North Anatolian Fault Zone between Tasova and Alparslan towns of Amasya province of Turkey in an area 2.5 km x 6.0 km. These landslides occur due to the increase of the slope angle, the undercutting effect of the Yeşilırmak river from the toe, groundwater level fluctuation, and earthquakes. The study area of 15 km^2 is bordered by the Yeşilırmak river and Taşova town at the south, recharge area boundary at the north, Çaydibi creek at the west, Dereköy and Dereköy river at the east.. Pliocene aged gravel, sand and brownish silt overlying greenish silt exposed in the area.

The aim of this study is to investigate the engineering geology and the stability of the landslide prone area. The engineering geology map and cross sections were prepared. A total of six boreholes (250 m) were drilled in order to determine the horizontal and vertical distrubition of the units, obtain representative samples close to the toe of the landslides. Plastic pipes have been installed in the boreholes, in order to measure the ground water level fluctuation and the depth of the boreholes have been periodically measured for the sake of the determining the sliding surfaces. Movements have been measured by using a GPS linked to a base station system. As a result for ten months period, movements range between 4.8-8.9 cm on the toe of landslide. Sliding surface depth ranges between 25.0 m and 33.0 m.

The Janbu method was applied for the non-circular failure surfaces along the two cross-sections. The factor of safety of the first and second cross-sections were calculated as 1.71 and 1.83 respectively under static conditions.The slip surfaces and the factor of safety values have been determined by the Civilserve GMBH DP GGU-Stability Software. A circular failure has been detected at the toe according to the Bishop slices method. The factor of safety has been calculated as 1.24 and 1.16 for the two cross-sections under static conditions on lines. The pseudo-static coefficient has been determined as 0.038 and 0.023 for obtaining the FS=1 condition. Due to the results of the stability analysis; the effect of the undercut from the toe on the FS has been determined. For the value of 5.0 m, the dynamic pseudo-static coefficient is 0.02 and if the value reaches 10 m, the dynamic pseudo-static coefficient equals to 0.003. Control meaasures needed for the surface drainage and the undercut effect should be prevented for the stability.

2004, 196 pages

Key Words: Taşova, North Anatolian Fault Zone, Landslide, Geotechnical borehole, Shear strength, Slope stability.

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmamın her aşamasında değerli görüş ve katkıları ile beni destekleyen ve yardımcı olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Recep KILIÇ' a ve eşi Sayın Nilgün KILIÇ' a teşekkürlerimi ve en derin saygılarımı sunarım.

Tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Ergun GÖKTEN ve Prof. Dr. Nail ÜNSAL' a, tez jüri üyelerinden Prof. Dr. Reşat ULUSAY ve Prof. Dr. Aydın ÖZSAN' a değerli katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen yakın ilgi ve desteklerinden dolayı Araş. Gör. Koray ULAMIŞ ve Dr. Ayhan KOÇBAY' a çok teşekkür ederim. Jeofizik çalışmalarda ve ölçümlerde büyük emekleri olan Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü' nden Yard.Doç.Dr. Emin ULUGERGERLİ ve Araş. Gör. İrfan AKÇA' ya, XRD analizlerinin yorumlanmasında yardımlarını gördüğüm Yard. Doç. Dr. Zehra KARAKAŞ' a çok teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım sırasında her türlü imkanı sağlayan Amasya ili, Taşova İlçesi' nin eski Belediye Başkanı Sayın Özgür ÖZDEMİR' e ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Çalışmalarıma 20030745013 no.lu proje kapsamında maddi desteği sağlayan, Ankara Üniversitesi Rektörlüğü, Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Doktora çalışmam sırasında gösterdikleri sabır, anlayış ve destekten dolayı Aileme, sevgili eşim Özer BİLGEHAN ve kızım Bilge BİLGEHAN' a sonsuz teşekkür ederim.

R. Pelin BİLGEHAN

Ankara, Aralık 2004

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmamın her aşamasında değerli görüş ve katkıları ile beni destekleyen ve yardımcı olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Recep KILIÇ' a ve eşi Sayın Nilgün KILIÇ' a teşekkürlerimi ve en derin saygılarımı sunarım.

Tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Ergun GÖKTEN ve Prof. Dr. Nail ÜNSAL' a, tez jüri üyelerinden Prof. Dr. Reşat ULUSAY ve Prof. Dr. Aydın ÖZSAN' a değerli katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen yakın ilgi ve desteklerinden dolayı Araş. Gör. Koray ULAMIŞ ve Dr. Ayhan KOÇBAY' a çok teşekkür ederim. Jeofizik çalışmalarda ve ölçümlerde büyük emekleri olan Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü' nden Yard.Doç.Dr. Emin ULUGERGERLİ ve Araş. Gör. İrfan AKÇA' ya, XRD analizlerinin yorumlanmasında yardımlarını gördüğüm Yard. Doç. Dr. Zehra KARAKAŞ' a çok teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarım sırasında her türlü imkanı sağlayan Amasya ili, Taşova İlçesi' nin eski Belediye Başkanı Sayın Özgür ÖZDEMİR' e ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Çalışmalarıma 20030745013 nolu proje kapsamında maddi desteği sağlayan, Ankara Üniversitesi Rektörlüğü, Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Doktora çalışmam sırasında gösterdikleri sabır, anlayış ve destekten dolayı Aileme, sevgili eşim Özer BİLGEHAN ve kızım Bilge BİLGEHAN' a sonsuz teşekkür ederim.

R. Pelin BİLGEHAN
Ankara, Kasım 2004

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Antakya' da doğdu. İlk öğrenimini Antakya' da, orta ve lise öğrenimini Adıyaman' da tamamladı. 1995 yılında Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü' nden Jeoloji Mühendisi ünvanıyla mezun oldu. 1995-1997 yılları arasında Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı' nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 1997 yılında Doktora öğrenimine başladı.

13 Kasım 1997 tarihinde Niğde Üniversitesi, Aksaray Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü' nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 1998 yılında 35. madde ile Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı' nda Doktora öğrenimi için görevlendirildi. Halen aynı birimde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

ŞEKİLLER DİZİNİ

ÇİZELGELER DİZİNİ

EK 2. XRD GRAFİKLERİ

1. GİRİŞ

Genel olarak, bir yamacı oluşturan kaya, zemin veya molozun, bir makaslama yüzeyi boyunca yamaç aşağı doğru hareket etmesi olarak tanımlanan heyelanlar, yeryüzünde sıkça meydana gelen ve yaygın olan bir kütle hareketi türüdür (Cruden 1991). Heyelanlar; can kayıpları ile ekonomik zararlara neden olmalarının yanı sıra, doğa üzerinde de olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Heyelanlar, birbirleriyle yakından ilişkili pek çok nedenlerden meydana gelmektedir. Bu nedenlerin başlıcalarını; jeolojik, topoğrafik, çevresel (bitki örtüsü ve arazi kullanımı), deprem, yağış ve insanların aktiviteleri (kazı, dış yük vb.) olarak sıralamak mümkündür.

Heyelanların sayısında zamana bağlı olarak bir artış söz konusudur (Schuster 1996). Bu artışın temel nedenleri, topuktan yük alınmasına devam edilmesi, yük ilavesi, heyelana duyarlı bölgelerdeki kentsel ve endüstriyel gelişmeler, bu bölgelerdeki ormanların tahrip edilmesi ve iklim değişikliklerine bağlı olarak artan bölgesel yağışlardır.

Ülkemizde Kuzey Anadolu Fay Zonu' nda çok sayıda heyelan meydana gelmiştir. Amasya ili, Taşova ve Alparslan ilçeleri arasındaki yaklaşık 1500 ha alanda çok sayıda küçük heyelanın birleşmesi ile oluşan ana heyelan Taşova yerleşim alanını, tarım arazilerini ve Taşova-Alparslan yolunu olumsuz yönde etkilemektedir.

1.1. Amaç ve Kapsam

Bu çalışmada, Taşova' daki heyelanın mühendislik jeolojisi, oluş nedenleri, morfolojisi, yüzey ve yeraltısuyu durumu, hareketin etkin olabileceği topuğa yakın olan kesimde açılan jeoteknik sondajlar ve jeofizik ölçümler ile jeolojik birimlerin yatay ve düşey yöndeki dağılımı, derinlik değişiminden kayma yüzeyinin belirlenmesi, yatay yönde hareket olup olmadığı, zeminlerin jeoteknik özellikleri, heyelanın duraylılığı, duraylılık analizleri yapılarak alınabilecek önlemler araştırılmıştır.

Bu tez kapsamında, Kuzey Anadolu Fay Zonu’ nda bulunan inceleme alanı ve çevresinin morfoloji, drenaj ağı, eğim haritası ve mühendislik jeolojisi haritaları ile mühendislik jeolojisi kesitleri hazırlanmıştır. Bu haritaların hazırlanmasında; 1/25 000 ölçekli haritadan üretilen 1/10 000 ölçekli topoğrafik harita, Landsat-TM uydu görüntüleri, Triangulated Irregular Network (TIN) görüntüsü ve hava fotoğraflarından yararlanılmıştır.

Heyelan bölgesindeki jeolojik birimlerin yatay ve düşey yönde değişimini, yeraltısuyu durumunu, muhtemel kayma yüzeyi derinliğini belirlemek amacıyla derinlikleri 30 m ile 52 m arasında değişen toplam derinliği 250 m olan 6 adet jeoteknik amaçlı sondaj yapılmıştır. Sondaj kuyuları içine plastik borular yerleştirilmiş ve muhtemel kayma yüzeyini belirlemek amacı ile kuyu içerisinde yeraltısuyu seviyesi ve kuyu derinliği yaklaşık iki aylık dönemlerde ölçülmüştür.

Sondajlar ve numune çukurlarından alınan zemin örneklerinin jeoteknik özellikleri Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Jeolojisi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı’ nda incelenmiştir. Zemin örneklerinin doğal su içeriği, ıslak elek analizi, Atterberg limitleri, Likidite indisi, Kıvam indisi, gözeneklilik deneyleri yapılmış ve makaslama dayanımı parametreleri belirlenmiştir. İnce taneli zemin örneklerinin rezidüel kohezyon ve rezidüel içsel sürtünme açısı değerleri belirlenmiştir. Silt örneklerinin X-Ray özellikleri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Kimyasal Analiz Laboratuvarında tayin edilmiştir. Heyelanda hareketin olup olmadığı Yeşilırmak’ ın güneyinde bir baz noktasından GPS ile ölçülmüştür. Statik ve dinamik koşullar için duraylılık analizleri yapılarak, alınabilecek önlemlerle ilgili öneriler yapılmıştır.

1.2. Kaynak Özetleri

İnceleme alanı ve çevresinde yapılan jeolojik, jeoteknik ve heyelan konularında yapılan çalışmalardan elde edilen başlıca sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

1.2.1. İnceleme alanı ve çevresiyle ilgili jeolojik ve jeoteknik çalışmalar

Çalışma alanında ve yakın çevresinde yapılmış genellikle genel jeoloji, yapısal jeoloji ve tektonik ağırlıklı çalışmaların yanısıra, özellikle son yıllarda çalışma alanını da kapsayan jeolojik jeoteknik çalışmalar yapılmıştır.

Blumenthal (1950), Orta ve aşağı Yeşilırmak bölgelerinde (Tokat, Amasya, Havza, Erbaa, Niksar) ilk önemli çalışmayı yapmıştır. Araştırıcı, Kelkit Vadisi' nin kuzeyinde kalan Canik Dağları' nın ve güneyinin jeolojisini çalışmış, bölgedeki birimleri adlandırmış ve bölgenin 1/100 000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamıştır.

Ketin (1969), Kuzey Anadolu Fay (KAF) Zonu' nda yapmış olduğu jeolojik gözlemler sonucunda son 30 yılda meydana gelen yıkıcı depremler sonrasında bölgedeki fayın sağ yönlü doğrultu atımlı özellik gösterdiğini arazi verileri ile saptamıştır.

Ambraseys (1970), Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde 150 yıllık sessizlik dönemine sahip tarihsel devirlerden beri gelişmiş depremleri incelemiş ve 1939 Erzincan depreminden bu yana fayın iki bloğundaki yanal hareketin ortalama 90 cm olduğunu ileri sürmüştür.

Alp (1972), Amasya'dan başlayarak Taşova, Erbaa ve Niksar'a kadar uzanan bölgenin jeolojisini incelemiş ve haritalamıştır.

Seymen (1975), Reşadiye-Niksar (Tokat) dolaylarında Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde jeolojik incelemelerde bulunmuştur. Araştırmacı, fay zonunun jeolojik konumunu iki ayrı ünite halinde incelemiştir.

Irrlitz (1971 ve 1972), Havza-Ladik ve Taşova-Erbaa havzalarındaki Neojen istifini çalışmıştır. Polen ve ostrakodlara dayanarak ilk yaş verilerini bu çalışmalarında belirtmiştir.

Arpat ve Şaroğlu (1975), Havza ve Taşova arasında gözlenen Kuzey Anadolu Fay Zonu' nun yer yer doğrultu atımın çok belirgin özelliklerini gösterdiğini, ayrıca daha doğuda Destek ile Sepetlioba arasında da doğrultu atımlı fayların özelliklerini rapor etmişlerdir. Ayrıca Taşova' nın güneyinde ova kenarında çok sayıda genç fayların varlığından ve bunların aktif olması olasılığından bahsetmişlerdir. Bu araştırmacılar, Taşova ve Destek arasındaki sırtta yer alan çok sayıdaki normal eğim atımlı fayların aktif olduklarını da ileri sürmektedirler.

Özcan vd (1980), Kuzey Anadolu Fay Zonu ile Kırşehir Masifi arasında kalan bölgenin temel jeolojisini çalışmışlardır.

Barka (1984), bu çalışmaya ait inceleme alanını da içine alacak şekilde batıya doğru uzanan Kuzey Anadolu Fay Zonu boyunca Neojen-Kuvaterner havzalarının jeolojisi ve tektonik evrimi ile ilgili olarak çalışmıştır.

Aktimur vd (1990), Tokat D-22 paftasını çalışmışlar ve bölge ile yakın civarını içine alan 1/100 000 ölçekli paftanın jeolojisini revize etmişlerdir.

Temiz vd (1993), Niksar-Erbaa-Taşova havzasını paleoteknik açıdan incelemiş ve bunların stratigrafisi üzerinde çalışmışlardır.

Kılıç ve Canik (1997), Taşova kuzeyindeki mücavir alanı jeoteknik açıdan inceleyerek, bu alanın yerleşime uygunluğunu değerlendirmişlerdir.

Erdem (2000), yüksek lisans çalışmasında Taşova Ovası' nın hidrojeolojisini incelemiş, akifer formasyonların ve diğer birimlerin hidrojeoloji özellikleri incelenmiştir.

Bilge Harita Jeoloji İnşaat Ltd. Şti. (2001), Taşova ilçesi imar sınırları içerisinde kalan alanın jeolojik ve jeoteknik özelliklerini incelemiş ve yerleşime uygunluğunu değerlendirmiştir.

Kılıç vd (2002a), Taşova ilçesi yerleşim alanında önceki farklı çalışmlarda olduğu iddia edilen iki fay zonunun jeolojik, jeofizik ve jeoteknik incelemesini yapmışlardır. Bu amaçla; derinlikleri 7.95 m ile 25.45 m arasında değişen ve toplam derinliği 200.36 m olan 12 sondaj yapılmış ve 6 adet hendek açılmıştır. Sismik ve georadar ile fay hatlarının jeoteknik özellikleri incelenmiştir. Yapılan inceleme sonuçlarına göre Taşova'nın Kuzey kesimindeki içinden geçen fayın olmadığı sonucuna varılmıştır.

1.2.2. Heyelanlarla ilgili önceki çalışmalar

Kılıç vd (2002b), Taşova ilçesi yerleşim alanındaki afete maruz bölgedeki bir heyelanın şev duraylılık analizini yaparak, güvenlik sayısı hesaplanmış ve güvenlik sayısının arttırılması için önlemleri önermişlerdir.

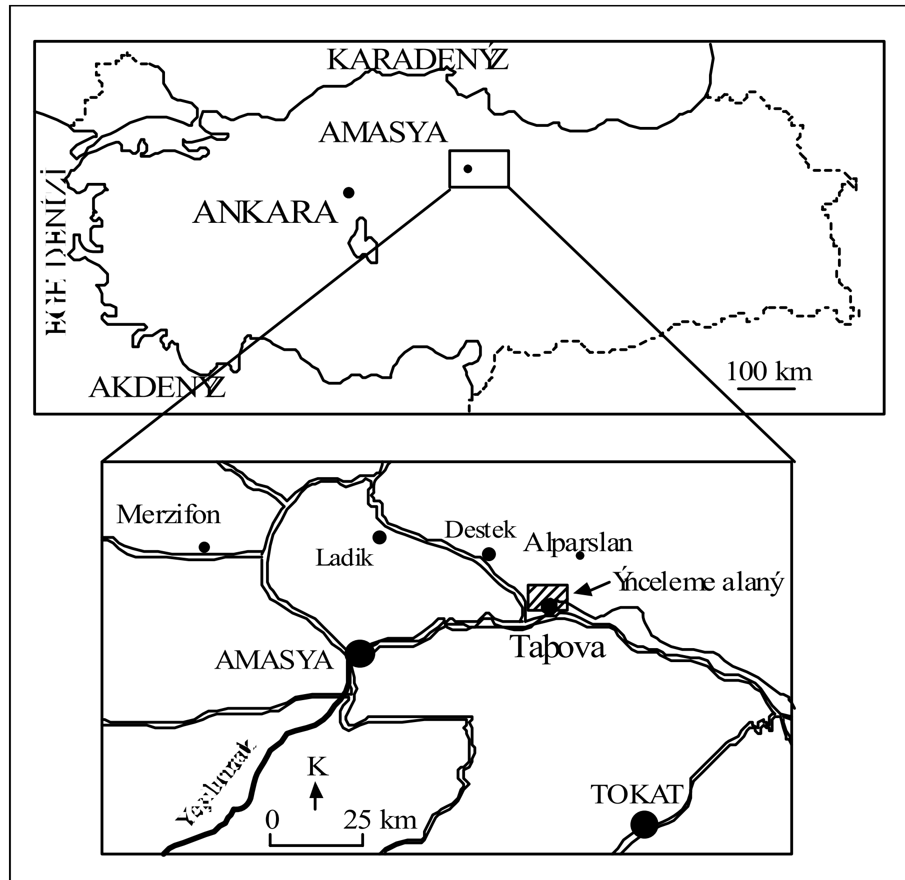
Bilgehan vd (2003a, b) Taşova yerleşim alanında, Taşova-Alparslan yolu üzerindeki potansiyel heyelanın mühendislik jeolojisi özelliklerini inceleyerek alınabilecek önlemleri belirlemişlerdir.

Akça vd (2003), kısmen aktif halde olan Amasya ili, Taşova ilçesindeki heyelan alanında seçilen iki profil boyunca jeofizik ölçümler yapmışlardır. Sismik kırılma ve doğru akım özdirenç verileri, 2B ters çözüm algoritmaları ile değerlendirilmiş ve olası kayma yüzeyini belirlemişlerdir.

Bilgehan ve diğ. (2004), Taşova ve çevresindeki fosil heyelanları oluşturan jeolojik birimlerin jeofizik özellikleri ve jeoteknik sondajlarla yatay ve düşey yöndeki değişimlerini inceleyerek değerlendirmişlerdir.

1.3. Konum ve Ulaşım

İnceleme alanı; 35.1-36.3^{o} kuzey enlemi, 40.2-41.0^{o} doğu boylamları arasında yer alır ve 1/25000 ölçekli "Tokat G 36-b4" paftasının güney bölümünü kapsar. Çalışma alanı jeolojik konum olarak Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde yer almaktadır. Yeşilırmak kıyısında bulunan Taşova, Amasya ile Tokat illeri arasında ve Ankara' ya yaklaşık 500 km uzaklıktadır. Amasya-Taşova arası yaklaşık 50 km olup, ulaşım asfalt yol ile sağlanmaktadır (Şekil 1.1.).



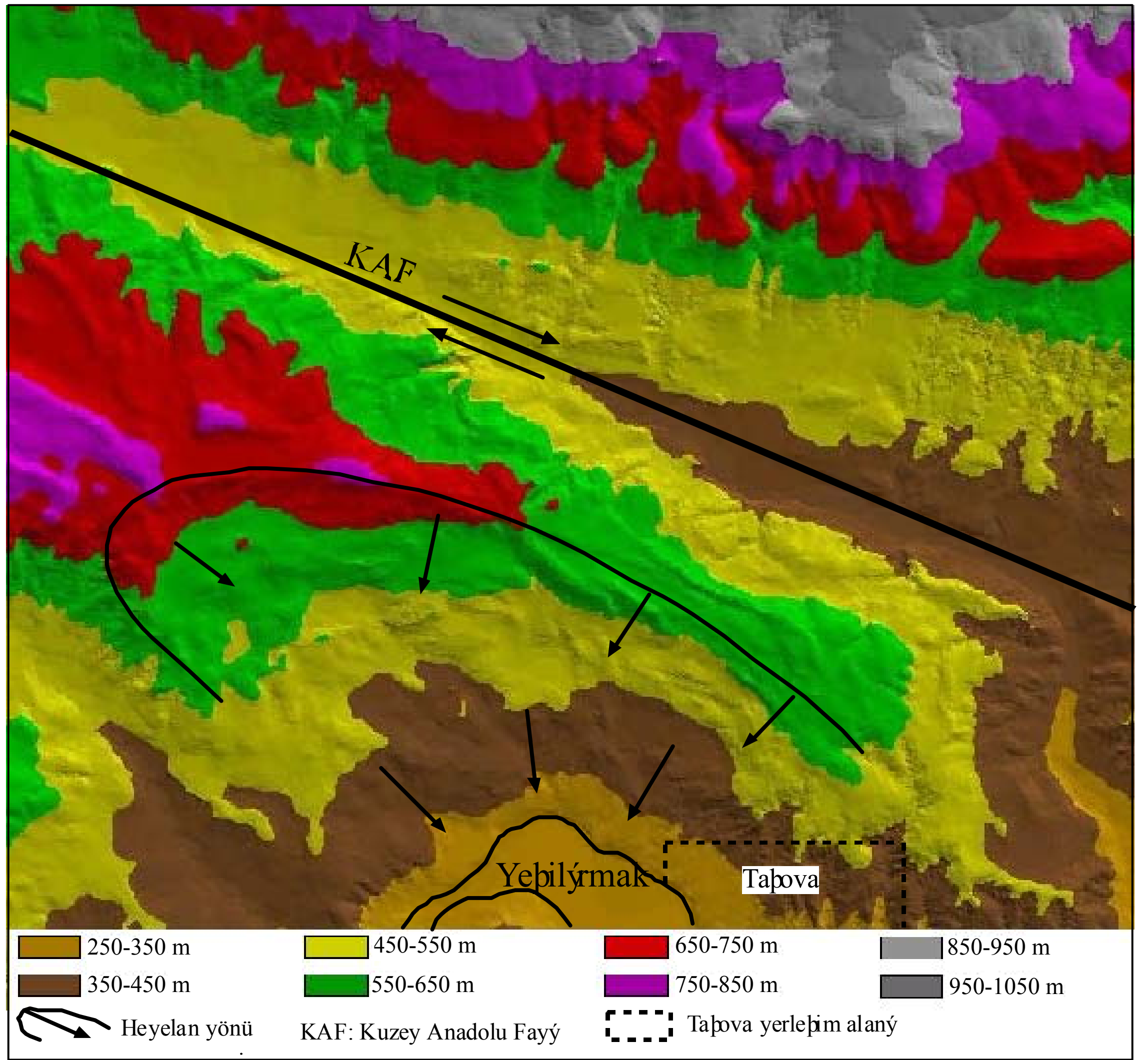
Şekil 1.1. İnceleme alanı yer belirleme haritası

1.4. Morfoloji

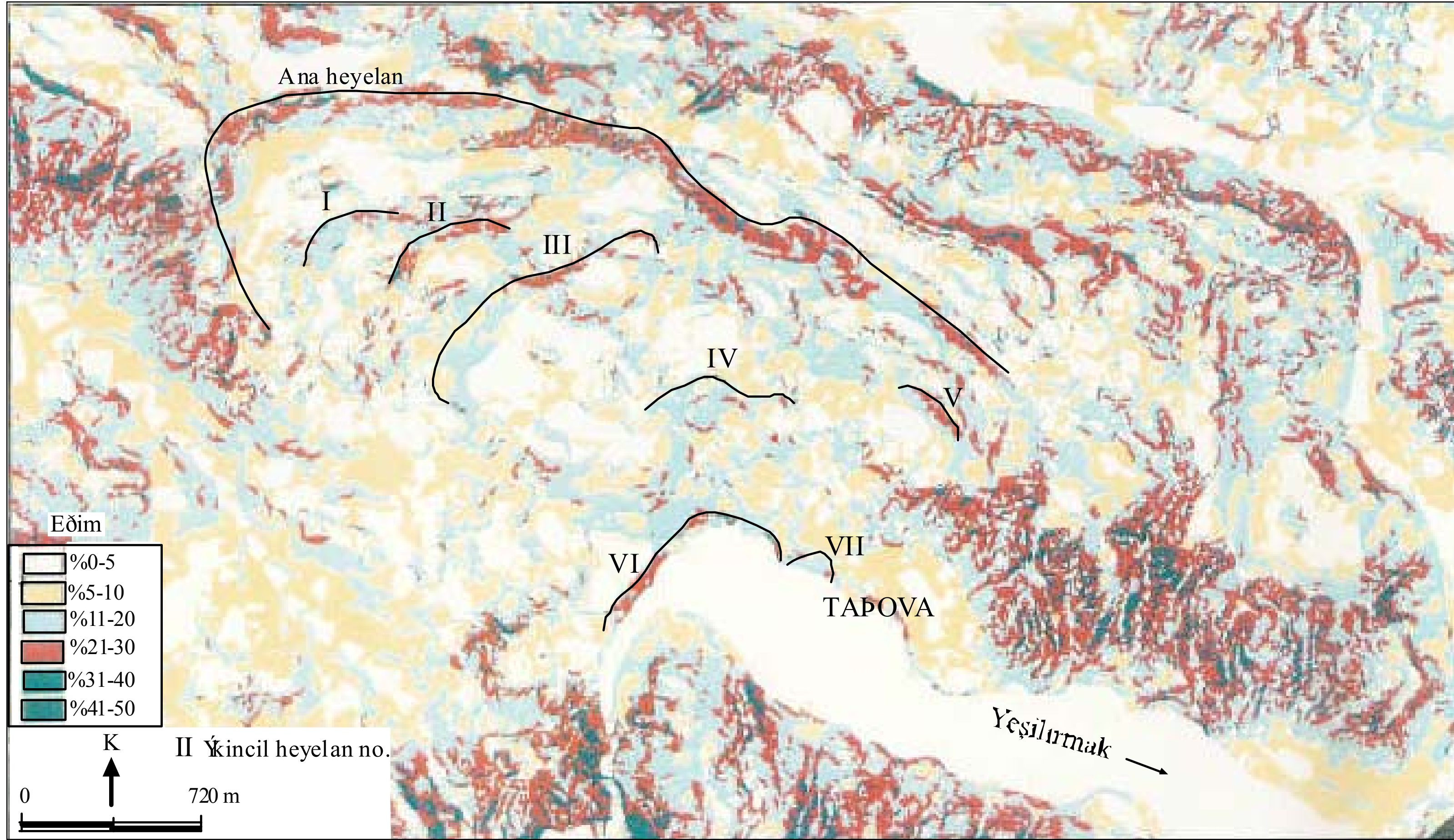
Taşova ilçesi, Amasya-Erzincan karayolu üzerinde Yeşilırmak vadisinin iki yanında kurulmuş Orta Karadeniz' in iç kesimlerini temsil eden orta ve yüksek engebeli bir topoğrafyaya sahiptir. İnceleme alanının eğimi, kuzeyden güneye doğru azalmaktadır. İnceleme alanındaki en düşük yükseklik (250 m) Yeşilırmak nehirinin akış kotu olup, en yüksek noktası ise kuzeybatıdaki 760 m kotlu Bakacağın Tepe' dir. En önemli yüzey suları güneyde Yeşilırmak, kuzeyde ise Destek Çayı' dır. Taşova'yı doğu-batı yönünde bölen Yeşilırmak'tan itibaren güneye ve kuzeye doğru yükselti artmaktadır.

İnceleme alanında en önemli yükseklikler Bakacağın Tepe (760), Meşeli Tepe (735), İbalağın Tepe (608), Tığtepe (529), Kurtini Tepe (533), Karga Tepe (384), Orta Tepe (422), Tuzla Tepe (435), Evliya Tepe (426)' dir (Bölüm 5., Şekil 5.3.). İnceleme alanının kuzeybatı-güneydoğu yönünde kateden akım sırtı mevcuttur ve bu sırtın güneyinde akım Yeşilırmak'a, kuzeyinde ise Destek çayına doğrudur. İnceleme alanında her 100 m. için hazırlanmış Şekil 1.2.' deki modelde görüldüğü gibi, heyelanlı alanda eğim kuzeyden ve kuzeybatıdan güneye, Yeşilırmak nehrinin yatağına doğru azalmaktadır.

İnceleme alanının eğim haritası Şekil 1.3.' de verilmiştir. Kuzey Anadolu Fay Zonu' ndaki yükselim nedeniyle Yeşilırmak' tan kuzeye ve kuzeybatıya doğru gidildikçe topoğrafik eğim artmaktadır. Eğimin yaklaşık % 50' si % 0 - % 10 arasında, % 28' i % 11- % 20 arasında, % 15'i % 21 - % 30 arasında, % 5'i % 31 -% 40 arasında ve % 2 si ise % 41' den büyüktür. Ana heyelan ve tali heyelanların ayna kısımlarında eğim, % 30- % 40 arasında değişirken çökme bölgelerinde % 0-% 10 arasında değişmektedir (Şekil 5.3.).



Şekil 1.2. İnceleme alanı eş yükseklik modeli



Şekil 1.3. İnceleme alanının eğim haritası

1.5. Drenaj Sistemi

Drenaj ağını oluşturan en önemli akarsular Yeşilırmak, Destek Çayı ve Çaydibi Deresi' dir. Yeşilırmak ve Destek Çayı, batıdan doğuya doğru, Çaydibi Deresi ise kuzeybatıdan güneydoğuya doğru akmaktadır. Kuzeybatı-güneydoğu yönünde araziyi kateden akım sınırının kuzeyinde akış Destek çayına, güneyinde ise Yeşilırmak' a doğrudur.

Arazi çalışmaları sırasında; Paravga güneyinde 370 m kotunda ve 390 m kotunda olmak üzere iki adet göl mevcuttur. Başyatak Tepe' nin batısında 435 m kotunda debisi yaklaşık 0.2 l/s olan bir çeşme vardır. 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritaya işlenmemiş ancak arazi çalışmaları sırasında belirlenen 10 adet kaynak ve bunların yaklaşık debileri aşağıda verilmiştir.

1. Eski Samsun yolu-Çaydibi yolu kavşağında 442 m kotunda 1 l/s debili
2. Paravga batısı 402 m kotunda 0,2 l/s debili
3. Paravga batısı 402 m kotunda 0,5 l/s debili
4. Paravga güneyi 365 m kotunda 2,5-3 l/s debili
5. Yeşilırmak kuzeyi 285 m kotunda 2,0 l/s debili
6. Bağlarüstü 290 m kotunda 0,5 l/s debili
7. Bağlarüstü 290 m kotunda 0,5 l/s debili
8. Bağlarüstü 305 m kotunda 0,5 l/s debili
9. Sırapelitlik güneyi 353 m kotunda 0.2 l/s debili
10. Sırapelitlik güneyi 340 m kotunda 0.2 l/s debili

510 m kotundaki Meşeli çukurunda 2003 yılında sulama amaçlı olarak Meşeli göleti Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılmıştır. Gölete su Çaydibi Deresi' nden derivasyon ile sağlanmaktadır. Ancak temel birimlerin geçirimli olması nedeniyle

sızdırmazlık sorunu oluşturması söz konusudur. Göletin 2004 yılı Temmuz ayındaki arazi çalışmaları sırasında tamamen kuruduğu gözlenmiştir. Gölette toplanan su, derinlere doğru süzülerek daha düşük kotlarda heyelanlı bölgede kaynak çıkışlarına neden olmuştur. İnceleme alanındaki göller, kaynaklar, çeşme ve gölet Şekil 1.4.' deki drenaj haritasına işlenmiştir.

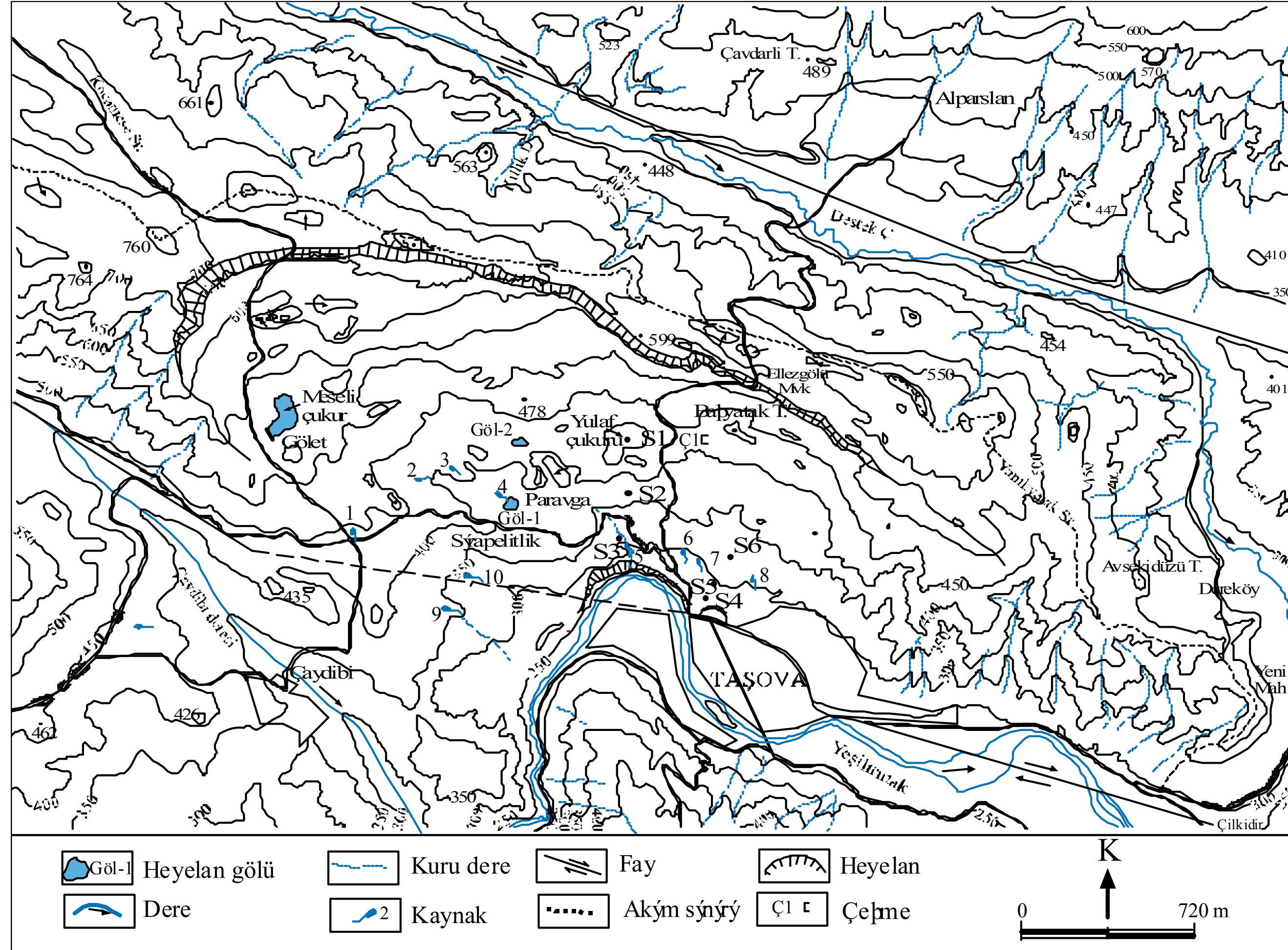
1.5. İklim ve Bitki Örtüsü

Orta Karadeniz Bölgesi' nde bulunan inceleme alanı, Karadeniz ikliminin etkisi altındadır. Ancak alanının Karadeniz kıyısından 150-200 km içeride olması nedeniyle iklimde önemli değişmeler görülür.

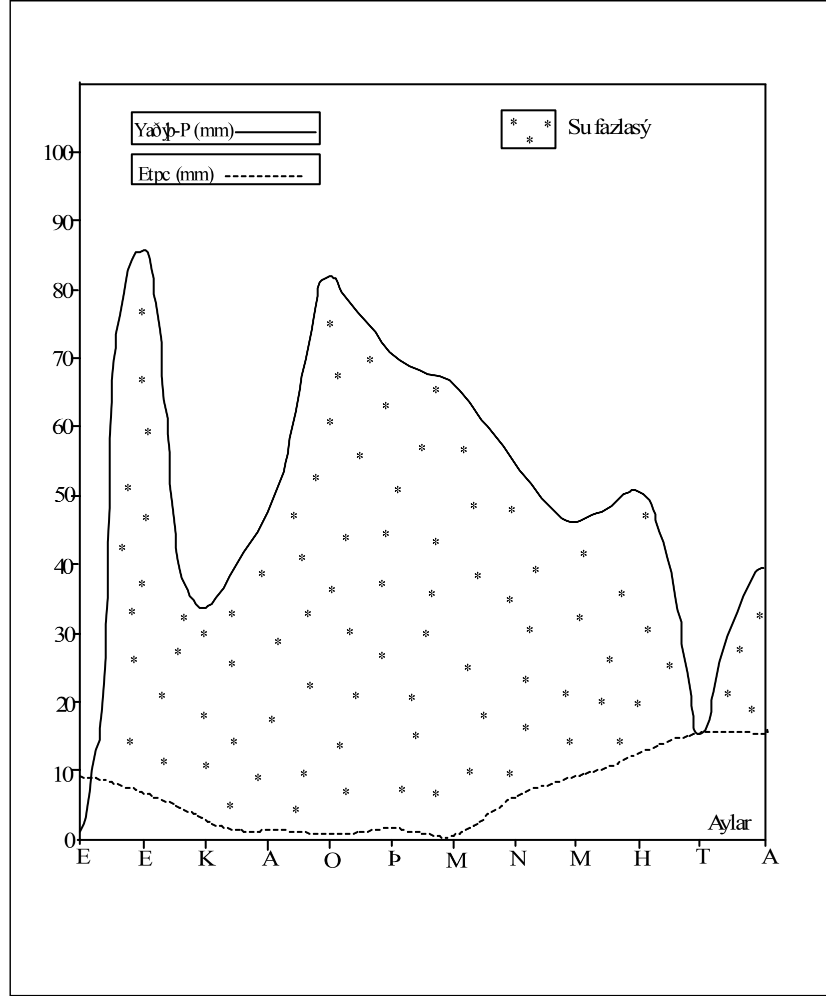
Yaz aylarındaki yağışlarda kaydedilen önemli azalma ve nispeten uzun bir kurak dönemin varlığı, yöreyi Karadeniz ikliminden ayıran en önemli özelliktir. Kıyı şeridinden içerilere doğru gidildikçe topoğrafya ve karasallığın etkisi, yükseklik faktörüne de bağlı olarak artmaktadır. İnceleme alanında yıllık ortalama sıcaklık 13 ^{o}C, yıllık ortalama yağış ise 49 mm' dir (DMİGM, 2004).

Arazide orman örtüsü kaybolmuş, yer yer çam, meşe türü ağaçlar ile çalılıklar ve kaynakların çıktığı bölgelerde kavak korulukları mevcuttur.

Heyelanın inceleme dönemi olduğundan, Amasya Meteoroloji İstasyonu'nun 2003-2004 yıllarına ait yağış ve sıcaklık değerleri kullanılarak Thornthwaite (1948) yöntemi ile bölgenin potansiyel ve gerçek buharlaşma-terleme (Etr) değerleri hesaplanmış, yağış ve düzeltilmiş potansiyel buharlaşma-terlemenin yeraltı suyu bilançosu Çizelge 1.1.' de ve aylara bağlı beslenme-boşalım grafiği Şekil 1.5.' de verilmiştir. Bilançoya göre, bölgeye düşen yağışın % 13' ü buharlaşmaktadır. Su fazlası, yağışın % 80' i kadardır. Ekim-Haziran arasında ve Ağustos' ta su fazlası mevcuttur. Heyelandaki hareket miktarı ile yağış ilişkisi Bölüm 5 de incelenecektir.



Şekil 1.4. İnceleme alanı drenaj haritası



Şekil 1.5. İnceleme alanının 2003 Ağustos-2004 Ağustos arasındaki yağış ve buharlaşma-terleme grafiği

Çizelge 1.1. Çalışma alanının 2003-2004 yıllarına ait yeraltısuyu bilançosu

İNCELEME ALANININ THORNTHWAİTE YÖNTEMİ İLE DENEŞTİRMELİ NEM BİLANÇOSU													
AYLAR	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	TOPLAM
Aylık sıcaklık ort. (^{0}C)	19.5	16.2	9.1	4.5	3.0	5.3	-	13.6	16.6	21.0	23.5	25.4	
Sıcaklık indisi	7.85	5.93	2.48	0.85	0.46	1.09	-	4.55	6.15	8.78	10.41	11.71	60.26
Potansiyel buh-terl (Etp, mm)	8.66	6.63	2.89	1.05	0.59	1.33	-	5.16	6.87	9.63	11.32	12.66	
Enlem düzeltme kats. (41^0)	1.04	0.96	0.825	0.805	0.835	0.83	1.03	1.11	1.245	1.255	1.27	1.185	
Düzeltilmiş pot.buh.-terl (Etp_c, mm)	9.01	6.36	2.38	0.85	0.49	1.10	-	5.73	8.55	12.09	14.38	15.00	75.94
Yağış P, mm	-	85.4	33.8	46.6	81.7	70.4	66.6	54.7	45.8	50.0	14.6	38.2	587.8
Faydalı su yedeği (mm)	51.34	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99.78	100	
Gerçek buh-terl (Etr, mm)	9.01	6.36	2.38	0.85	0.49	1.10	-	5.73	8.55	12.09	14.38	15.00	
Su fazlası (mm)	0	30.38	31.42	45.75	81.21	69.3	66.6	48.97	37.25	37.91	0	22.98	471.77
Su noksanı (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

2. JEOLOJİ

2.1. Genel Jeoloji

Çalışma alanında, yaşlıdan gence doğru Üst Kretase yaşlı kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan fliş türünde Tersakan formasyonu, Pliyosen yaşlı çakıl, kum, silt ve kilden oluşan Çerkeş formasyonu ile Yeşilırmağın yatağında birikmiş güncel alüvyon malzeme bulunur (MTA 1990; Kılıç ve Canik 1997). İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti Şekil 2.1.' de verilmiştir.

SİSTEM	SERİ	FORMASYON	SİMGE	Tahmini kalınlık (m)	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMA
KUVATERNER			Qal			Alüvyon
TERSİYER	PLİYOSEN	Çerkeş	Pl1 Pl2	>500		Çakýl, kum ve silt Uyumsuzluk
KRETASE	ÜST KRETASE	Tersakan	Kt	500		Aglomera, tüf, kumtaþý andezit Volkanik elemanlýfiliþ

Şekil 2.1. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (MTA 1990' dan değiştirilmiştir)

2.1.1. Stratigrafi

2.1.1.1. Tersakan formasyonu (Kt)

Bu formasyon, Öztürk (1979) tarafından tanımlanmıştır. Sarımsı gri, orta tabakalı, sert, volkanik elemanlı kumtaşı, sarı kireç-kil çimentolu, orta-kalın tabakalı çakıltaşı, gri kalın tabakalı, blok görünümlü ayrışmış aglomera, sarımsı-krem, ince tabakalı tüf-tüfit, pembe renkli, ince-orta tabakalı killi kireçtaşı ile çökelmeye paralel trakit-andezit ardalanmasından oluşmuştur (Şekil 2.2.). Zaman zaman denizaltı volkanizmasının etkin olduğu bir ortamda çökelen birimin kalınlığı, yaklaşık 300 m kadardır (MTA 1990).

Çalışma alanının güney kesimlerinde görülen formasyon Lokman formasyonu (Alp 1972), Kırandağ formasyonu (Seymen 1975), Fatsa formasyonu (Terlemez ve Yılmaz 1980) ve Karatepe formasyonu (Özcan vd 1980) ile deneştirilebilir (Şekil 2.3.).



Şekil 2.2. Tersakan formasyonu içerisindeki ayrışmış volkanitler (kuzeyden bakış)



Şekil 2.3. Tersakan formasyonu içerisindeki silttaşı-kiltaşı ardalanmasından oluşan fliş (kuzeyden bakış)

Yeşilırmağın güneyinde yüzeyleyen Kretase yaşlı Tersakan formasyonunda yer yer kireçtaşı blok ve bantlarını içeren ayrışmış volkanitler hakimdir. Camsı, sert ve kırılgan olan vokanitler, yeşilin değişik tonlarındadır. İnce kesitlerinin polarizan mikroskop altında incelenmesinden riyolit ve dasit bileşimli kristal tüf ve vitrik tüf olduğu, alkali feldispat, plajioklas, biyotit, opak mineral parçalarından oluşan fenokristallerden oluştuğu belirlenmiş ve kloritleşme belirlenmiştir.

Süreksizlik yüzeyleri demiroksit sıvamaları nedeni ile kahverengidir. Bu durum yol yarmalarında açıkça görülmektedir. Çatlak açıklığı 2 mm ile 2 cm arasında, çatlaklar arası mesafe 2 cm ile 50 cm arasında değişmektedir. Çatlaklar genellikle yıkanmış, toprak dolgulu veya kalsit dolguludur. Üst kısımları son derece ayrışmış ve killeşmiştir.

2.1.1.2. Çerkeş formasyonu (Tç)

Kuzey Anadolu Fay Zonu boyunca oluşan havzalarda ve karasal ortam koşullarında çökelen birim Öztürk (1979) tarafından tanımlanmıştır (Şekil 2.4.). Çakıl, kum ardalanmasından oluşan formasyon; siltli, killi ve karbonatlı düzeyler de içermektedir. Formasyonun üst seviyeleri çakıl ve kumdan oluşur. Bunların arasında kahverenkli ince silt (Pl_1) tabakalarına rastlanır. Tabanda ise tamamen yeşilimsi siltten oluşan seviye (Pl_2) bulunur.

İnceleme alanında formasyona yaş verebilecek herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Ladik-Destek yöresinde Öztürk (1979), Çerkeş formasyonuna ait Destek üyesinin yaşını Pliyosen olarak belirtmiştir. Pliyosenin alt seviyelerinde, Yeşilırmağın kuzey kesiminde, ırmak yatağının oyulmasıyla ortaya çıkan dik şevlerde ve ırmak yatağına yakın kesimlerde yüzeyler ve ırmağın kuzey kesiminde alçak kotlarda sınırlı yüzeylemeler verir. Formasyonun derin seviyelerinin Yeşilırmağın alüvyonlarının altında olduğu düşünülmektedir.

Formasyonun, ırmağın güney kesiminde yüzeyleyen Kretase yaşlı Tersakan Formasyonu ile ilişkisi görülemez. Ancak, Tersakan formasyonundan daha düşük kotlarda bulunması, bu ilişkinin faylı olduğunu ve fayın da muhtemelen eğim atım bileşenli olduğunu gösterir (Şekil 2.5., Şekil 2.6.). Yer yer ara tabaka şeklinde siltli, killi ve kireçli düzeyler içeren birim 500 m kalınlığa ulaşabilmektedir. Bu formasyon, alüvyon tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür.

Çerkeş formasyonu, en iyi Yeşilırmak ile Destek çayı arasında, Belediye kavaklığının bulunduğu şevde ve doğudaki Taşova askerlik şubesinin arkasındaki yarmada, mezarlığın üst kesimlerinde ve çalışma alanının doğusunda Dereköy' ün kuzeybatısında



Şekil 2.4. Taşova – Alpaslan yol yarmasındaki Pliyosen birimlerinde meydana gelen düşey atımlı fay (Atım yaklaşık 30 cm dir).



Şekil 2.5. Taşova – Alpaslan yolu Yulaf çukuru doğusundaki Pliyosen birimlerinde oluşan heyelanın kayma yüzeyinin görünüşü (Batıdan doğuya bakış)



Şekil 2.6. Pliyosen çakıllı seviyeleri (güneydoğudan bakış)

görülür. Bunlar katmanlı sarımsı yeşil renkli gevşek çimentolanmış killi, kumlu ve siltli birimlerdir. Kimi seviyelerinde çakıl dizilimleri ve çapraz katmanlanmalar gösterirler (Şekil 2.7.). Kum bileşenin çoğunlukta olduğu formasyonda yer yer kil ve çakıl bant ve mercekleri mevcuttur. Kuvars, kireçtaşı, bazalt ve tüften oluşan çakıllar olgun köşelidir. Taşova yerleşim alanında kahverenkli çakıllı ve kumlu kil mevcut olup, bazı kesimlerinde tamamen kil ve silt gözlenmektedir.

Çakıllı seviyelerin yüzeye yakın bölümlerinde kaliçi oluşumu gözlenmektedir. Bunlar birbirlerine yatay ve düşey yönde geçişlidir. Çakıl ve kumlu seviyeler yüzey sularının kolayca süzülmesini sağlar. Silt bantları ve tabakaları üzerinde yüzeyden sızan suların depolanması ile yeraltısuyu bulunur. İnceleme alanında yüzeyleyen Çerkeş formasyonu için araştırmacılar değişik yaşlar vermişlerdir. Blumenthal (1950), birimin yaşını Burdigaliyen-Helvesiyen olarak belirtirken, Aktimur vd (1989), bölgede yaptıkları jeolojik incelemelerde formasyona Pliyosen yaşını vermişlerdir.



Şekil 2.7. Pliyosen içindeki çakıl dizilimleri

Kayaçların litolojik özelliğine göre, gölsel ortamın başlangıçta sakin ve derin olduğu ve giderek derinliğin azaldığı, daha sonra ise sedimantasyon ortamının tamamen sığlaşmış ve çevreden gelen malzemenin gölsel ortamı doldurarak karasal bir duruma dönüştürdüğü belirtilmiştir (Öztürk 1979).

Çerkeş formasyonunun tabanındaki kil ve silt birimleri, en tipik olarak, Yeşilırmağın kuzey kıyısında, Taşova Belediyesi kavaklığının bulunduğu şevde ve doğudaki Askerlik Şubesinin arkasındaki yamaçlarda dar bir kısımda görülür. Bunlar, katmanlı yeşilimsi-sarı renkli killi ve siltli birimlerdir.

İnceleme alanında Pliyosen' in çakıl ve kum depoları, tabandaki karasal yeşilimsi silt birimlerinin üzerinde yer alır. Bunlar genellikle güneye doğru taşınma sonucu oluşmuş kum ve çakıl bileşenin egemen olduğu birimlerdir. Güneye doğru eğimlidirler ve yer yer katmanlanmayı andıran çakıl dizilimleri gösterirler. Kuvars, kireçtaşı, bazalt ve tüften

oluşan çakıllar olgun köşeli olup birbirleriyle yatay ve düşey yönde geçişlidirler. Boyutları itibariyle yüzey sularının kolayca süzülmesini sağlarlar. Bazı seviyelerde yanal devamlılık göstermeyen ince kil ve silt bantları içerir. Bu kil ve silt bantlarının kalınlığı kuzeye doğru gidildikçe azalma göstermektedir.

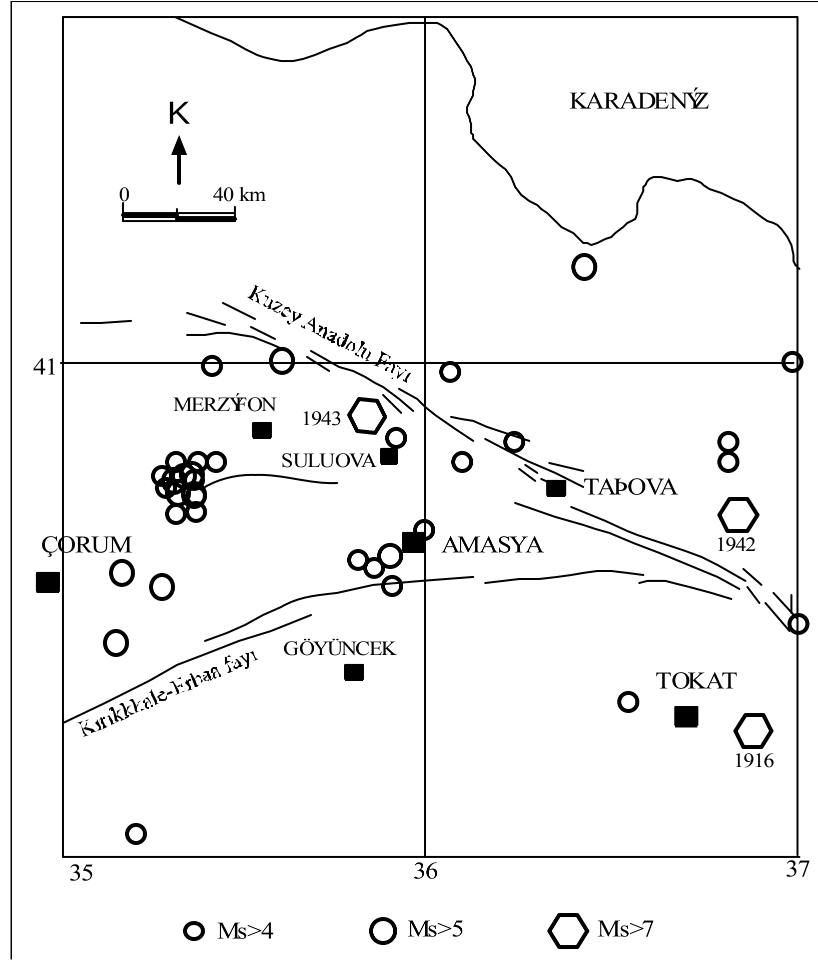
2.1.1.3. Alüvyon (Qa)

Alüvyal çökeller Yeşilırmak Vadisi ve yan dereler boyunca geniş alanlar kaplar. Gevşek çimentolu veya çimentosuz, yanal ve düşey yönlerde birbirlerine geçiş gösteren çakıl ve kum merceklerinden meydana gelir. Kalınlığı yaklaşık 30 m olup en kalın olduğu yer Yeşilırmak Nehri, Destek Çayı ve Çaydibi Deresi yataklarıdır.

Alüvyon; yan derelerin Yeşilırmak ile birleştiği yerlerde Kuzey Anadolu Fayı kontrolünde gelişmiş çakıl, kum, silt ve kilden oluşur. Üst kotlardaki Pliyosen yaşlı birimlerin çakıl, kum, silt ve killerin yerçekimi ve yağışların etkisiyle yer değiştirip depolanması ile kalınlığı 3 m' ye varan yamaç molozları oluşmuştur.

2.1.2. Sismotektonik

İnceleme alanında Neotektonik dönemde Pliyosen ve Erken Pleistosen-Günümüz olmak üzere iki önemli evre söz konusudur. Pliyosen evresinde Kuzey Anadolu Fayı'nın oluşması sonucu meydana gelen çukurluklarda Çerkeş formasyonu çökelmiştir. Erken Pleistosen-Günümüz evresine Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Kırıkkale-Erbaa Fayı'nın bugünkü konumlarını almak için yapmış oldukları hareketler hakim olmuştur (Şekil 2.8.). Kuzey Anadolu Fayı, inceleme alanında 20 Aralık 1942 tarihindeki Erbaa depremine neden olan yaklaşık 70 km uzunluğundaki Erbaa Fayı, Taşova-Ladik gölü



Şekil 2.8. 1900-2004 yılları arasında Amasya ve çevresinde meydana gelmiş M_s>=4.0 olan depremler (DAD, 2004)

arasında izlenen ve 26 Kasım 1943 tarihindeki depreme neden olan Tosya-Ladik deprem fayının doğu ucu, Niksar-Kaleköy arasında izlenen yaklaşık 40 km uzunluğundaki Niksar-Kaleköy fayı ile Niksar'ın güneyinde Sarıyazı dolaylarında izlenen ve 20 Aralık 1939 tarihindeki depreme neden olan Erzincan fayının batı ucundan ibaret 10-15 km genişliğinde bir zon ile temsil edilmektedir.

Kuzey Anadolu Fayı boyunca Neojen-Kuvaterner yaşlı havzalar yer almaktadır. Bu havzalar az çok KAF' na paralel olarak uzamış bir geometriye sahiptirler. Bunların bir kısmı KAF' na bağlı olarak gelişmiş çek-ayır kökenli havzalardır. Bir kısmı ise KAF' ndan önce oluşmuş, paleotektonik dönemde meydana gelmiş havzalardır. Bunlardan

Erzincan, Taşova-Erbaa veya Reşadiye ve Havza-Ladik Havzaları çek-ayır kökenli havzalar olup, KAF'nın doğu, batı-kuzeybatı uzanımlı segmentleri boyunca yer alırlar.

Belirtilen bu faylardan Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fayları üzerinde tarihsel dönemlerde büyüklüğü 7' den fazla olan yıkıcı depremler olmuştur. Kuzey Anadolu Fayı üzerinde bölgede meydana gelen en son depremler 1939 Erzincan (M_s 7.9), 1966 Varto (M_s 6.9) ve 1992 Erzincan (M_s 6.8), 17 Ağustos 1999 Kocaeli (M_s 7.4) ve 12 Kasım 1999 Düzce (M_s 7.2) depremleridir (Çizelge 2.1., Çizelge 2.2., Çizelge 2.3.).

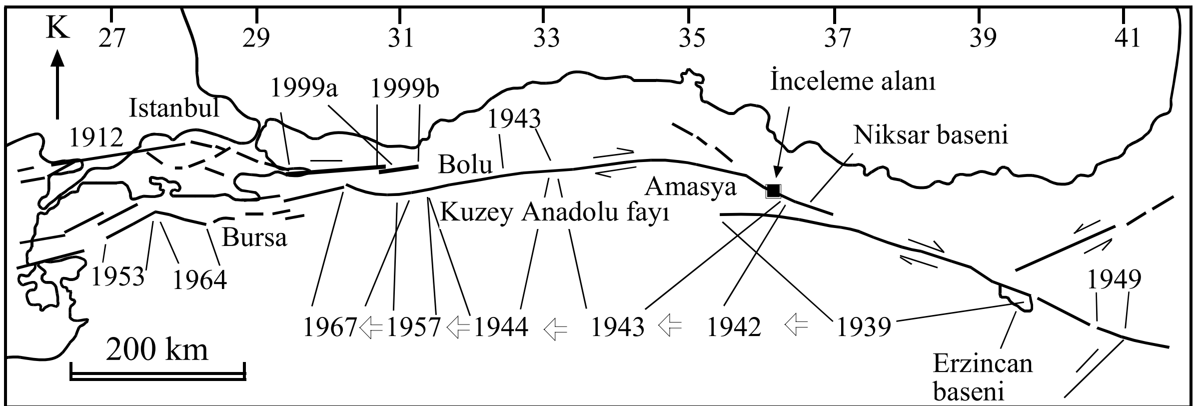
Çalışma alanı birinci derece deprem bölgesinde bulunmaktadır. Kuzey Anadolu Fay Zonu' nun Taşova' nın bulunduğu kesimine bakıldığında 20 Aralık 1942 tarihinde M_s=7.3 aletsel büyüklükte meydana gelen depreme yol açan fayın Taşova' nın yaklaşık 10 km güneyinden geçen 70 km uzunluktaki Erbaa fayı olduğu görülür. Ayrıca 26 Kasım 1943 tarihinde meydana gelen M_s=7.6 aletsel büyüklüğündeki deprem de, Taşova' nın hemen kuzeyinden geçen ve Ladik Gölü ile Taşova arasında uzanan Tosya-Ladik fayına bağlı olarak meydana gelmiştir (Şekil 2.9.).

Erbaa fayının sönümlenerek Tosya-Ladik depremine neden olan fayının başladığı yöreye rastlayan Taşova dolaylarında Kuzey Anadolu Fayı bir sıçrama yapmıştır. Bu nedenle de Taşova-Erbaa havzası çek-ayır havza olarak oluşmuştur. Söz konusu havza gelişimini günümüzde de sürdürmektedir.

Pliyosen yaşlı Çerkeş formasyonunda faya paralel basınç sırtları ve vadiler oluşmuştur. Fay kontrolünde alüvyon konileri gelişmiş, yan dereler ötelenmiş, heyelanlar, çökmeler, heyelan gölleri, bataklıklar, ve su kaynakları oluşmuştur. Taşova-Erbaa-Niksar ovaları şekillenmeye başlamış, Kelkit çayı ve Yeşilırmak gelişen bu yapıya kendilerini uydurmuşlardır.

Çizelge 2.1. Kuzey Anadolu Fayı boyunca 1939-2004 yılları arasında gelişen depremlerin kaynak parametreleri (Ambraseys 1970, Dewey 1976 ve DAD 1999)

Depremin Oluş Tarihi	Depremin Episantrı		Yüzey Kırığının Uzunluğu (km)	Deprem Büyüklüğü (M_s)
26 Aralık 1939	39.80	39.38	360	7.8
20 Aralık 1942	40.66	36.35	50	7.1
26 Kasım 1943	40.97	33.22	260	7.3
01 Şubat 1944	41.10	33.22	183	7.4
26 Mayıs 1957	40.58	31.00	45	7.0
22 Temmuz 1967	40.57	30.80	83	7.1
17 Ağustos 1999	40.71	29.99	155	7.8
12 Kasım 1999	40.77	31.15	43	7.1



Şekil 2.9. Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde 1939'dan başlayarak depremlerin batıya doğru hareketi (Barka 1996)

Taşova ilçesi, Kuzey Anadolu Fay Zonu' ndaki çakıl ve kumdan oluşan Çerkeş formasyonu üzerine kurulmuştur. Taşova civarında 20 km genişliğe ulaşabilen Kuzey Anadolu Fay Zonu içinde Pliyosen ve Kuvaterner oluşukları yüzünden belirlenemeyen birçok örtülü kırık hatları olması mümkündür.

Çizelge 2.2. İnceleme alanı ve çevresindeki tarihsel depremler (DAD 1999)

Tarihi	Dış merkez Koordinat Enlem	Boylam	Depremin büyüklüğü	Depremden etkilenen Bölge
M.Ö.330-23	40.60	37.00		Niksar
MS 127/128	40.4	37.5	VI	Niksar ve Suşehri
330				Niksar
335	40.60	36.9	VIII	Niksar
343	40.60	36.9	VI	Niksar
345	40.60	36.9	VII	Niksar
366	40.60	36.9	VI	Niksar
499	40.4	36.9	VIII	Niksar ve Suşehri
503	40.6	36.9	VI	Niksar
506	40.6	36.9	VI	Niksar
528	40.65	35.85	VII	Amasya
551	40.65	35.85	VI	Amasya
1045			IV	Niksar-Erzincan-Erzuru
1268			IX	Niksar-Erzincan-Erzuru
1415	40.65	35.85	VI	Amasya
1458			X	Niksar-Erzincan-Erzurm
1482			X	Niksar-Erzincan-Erzurm
1498			X	Niksar-Tokat
1513	40.65	35.85	VII	Amasya
4.4.1543				Tokat
1597				Amasya-Çorum
Kasım 1590				Amasya
1598	40.6	35.4	VIII	Amasya-Çorum
1647/48				Amasya
1668	40.73	31.6	VIII	Bolu-Kastamonu-Amasy
14 Eyl 1684				Amasya
Şubat 1710				Ladik
1734/35				Amasya
1756				Niksar-Erzincan
20.1.1777				Amasya
1826/27	40.7	36.6	VII	Tokat-Erbaa
1870	40.65	35.85	V	Amasya
1873	40.47	37.8	VII	Niksar ve Şebinkarahisa
1875				Niksar-Bereketli
1875/76			VII	Kastamo-Çankırı-Niksar
1877	40.6	36.0	VI	Amasya-Ezinepazar-Efte
7.1877	40.32	36.34	VI	Tokat-Erzurum
1890	40.6	36.9	VI	Niksar
11.1899			V	Çankırı-Erbaa-Şebinkara

Bu güncel kırıklar, depremsellik açısından büyük önem taşımaktadır. Kırık hatlarının belirlenmesinde; topoğrafyadaki diklikler, mostradaki kesiklikler, heyelanlar, akarsu yataklarının ötelenmesi, su kaynakları, göl ve bataklık alanları gibi gözlemlerden yararlanılmıştır.

Bu fay zonunda, Taşova ve Alparslan arasındaki basınç sırtının yükselmesi sırasında Çerkeş formasyonundaki çakıl ve kumlarda, çok sayıda heyelandan oluşan kuzeybatı-güneydoğu yönünde 2.5 km x 6.0 km boyutlarında büyük bir heyelanın varlığı arazi çalışması, hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinden belirlenmiştir. Heyelanlar daha küçük boyutlarda bu basınç sırtının kuzey yamaçlarında da görülmektedir. Sırtın güney yamaçlarındaki heyelanın büyük olmasının sebeplerinden birisi de Yeşilırmağın Taşova' nın batısında kuzeye büklüm yapması ve topuğu oymasıdır.

MTA (1990)' nın 1/100.000 ölçekli haritasında gösterilen ve Kılıç vd (1997) çalışmasındaki haritada da belirtilen Taşova ilçesinin içerisinden ve kuzeyinden geçen KB-GD uzanımlı fayların olmadığı, bunların heyelanlarla meydana gelmiş olan çizgisellikler olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2.3. Amasya ve çevresindeki (40-42 enlem 35-37 boylam) 1900-2004 yılları arasında kaydedilen depremler (DAD, 2004)

Tarih	Oluş zamanı	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Magnitüd (M_s)
21.06.1908	03:55	40.60	35.90	0.00	5.2
24.01.1916	06:55	40.27	36.83	10.00	7.1
29.08.1918	06:39	40.58	35.16	10.00	5.3
29.04.1923	09:34	40.07	36.43	10.00	5.9
21.08.1929	01:24	41.00	37.00	0.00	4.4
25.02.1934	16:26	40.31	36.56	40.00	4.5
27.12.1939	20:00	40.80	36.80	0.00	4.5
27.12.1939	22:34	40.83	36.80	10.00	4.9

Çizelge 2.3. (devam)

2812.1939	03:25	40.47	37.00	40.00	5.5
04.01.1940	20:44	40.80	36.80	0.00	4.2
13.04.1940	06:29	40.04	35.20	30.00	5.5
20.12.1942	14:03	40.70	36.80	16.00	7.0
07.12.1943	01:19	41.00	35.60	0.00	5.6
26.11.1943	16:03	40.90	35.80	0.00	7.2
19.08.1954	21:03	41.21	36.41	30.00	5.0
01.04.1962	01:39	40.80	36.10	10.00	4.7
15.07.1975	21:00	40.93	36.08	18.00	4.7
07.12.1981	21:00	40.66	36.00	10.0	4.5
10.06.1985	11:00	40.60	35.80	10.0	4.8
12.02.1992	15:00	40.59	35.83	10.0	4.3
12.02.1992	16:0	40.55	35.90	11.0	4.9
12.05.1992	23:00	40.83	35.91	18.0	4.4
17.03.1996	14:00	40.70	35.37	10.0	4.2
29.07.1996	22:00	40.85	36.24	05.0	4.2
14.08.1996	01:55	40.75	35.30	12.00	5.6
14.08.1996	02:59	40.78	35.31	3.00	5.5
14.08.1996	03:01	40.41	35.16	50.00	5.6
14.08.1996	10:00	40.80	35.40	10.0	4.2
14.08.1996	11:00	40.80	35.30	10.0	4.2
14.08.1996	12:00	40.70	35.30	05.0	4.2
25.08.1996	03:00	41.00	35.40	05.0	4.2
25.08.1996	13:00	40.74	35.28	05.0	4.0
09.09.1996	06:00	40.76	35.32	05.0	4.0
11.09.1996	14:00	40.80	35.34	10.0	4.2
22.11.1996	11:00	40.77	35.29	09.0	4.1
11.01.1997	06:00	40.55	35.25	10.0	5.5
28.02.1997	00:03	40.73	35.36	5.00	5.0

3. ARAZİ ÇALIŞMALARI

Arazi çalışmaları kapsamında; mühendislik jeolojisi haritası, drenaj haritası ve eğim haritaları hazırlanmış ayrıca seçilen iki profil üzerinde jeofizik ölçümler yapılmıştır. Asıl heyelana dik doğrultuda sondaj noktaları belirlenmiş ve temel sondajları yapılmıştır. Sondajlarda her 1.5 m' de bir iri taneli zeminlerin sıkılığını ve ince taneli zeminlerin kıvamını belirlemek amacı ile Standart Penetrasyon Testleri (SPT) yapılarak örselenmiş örnek (D), her 3.0 m' de Shelby tüpü ile örselenmemiş örnek (UD) alınmıştır. Sondajlar tamamlandıktan sonra kuyulara plastik borular yerleştirilmiştir. Yaklaşık 2 aylık periyotlar halinde kuyu derinliği ve yeraltısuyu seviyesi ölçümleri alınmıştır. Ayrıca tabandaki yeşilimsi siltten sondaj sırasında UD örnek alınamadığı için Yeşilırmağın kenarındaki ve Belediye kavaklığının kuzeyindeki yarmalardan üçer adet olmak üzere altı adet kesici aletler yardımı ile blok halinde UD örnekler alınmıştır.

3.1. Jeofizik İncelemeler

Günümüzde yaygın olarak kullanılan jeofizik yöntemler sismik ve elektrik yöntemlerdir. Sismik yöntemle jeolojik birimlerin P ve S dalga hızları ölçülmektedir. Heyelanlarda bu yöntemle kayan malzeme ile alttaki temel kaya arasındaki sınır, V_p ve V_s dalga hızlarının farklı olmasından yararlanarak belirlenebilir. Özdirenç yöntemi ile kayan kütlenin kalınlığı ve kayma yüzeyinin şekli ve konumu hakkında bilgi elde edilebilir.

Çalışma alanında, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü tarafından yapılan jeofizik çalışmalarda, heyelan topuğuna yakın ve kaymanın olabileceği bölgede hareket yönünde iki profil boyunca sismik kırılma ve doğru akım özdirenç yöntemleri kullanılmıştır.

3.1.1. Sismik kırılma

Sismik kırılma çalışmaları ile zeminin P ve S (kayma) dalga hızları ölçülmüştür. Sismik kırılma çalışmalarında ABEM Terraloc MK6 modeli 24 kanallı sismik cihaz kullanılmıştır. P ve S atışlarından elde edilen kırılma dalgası ilk varış zamanları kayıtlarından okunarak ön veri-işlem aşaması Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü' nce geliştirilen bilgisayar programları ile yapılmıştır.

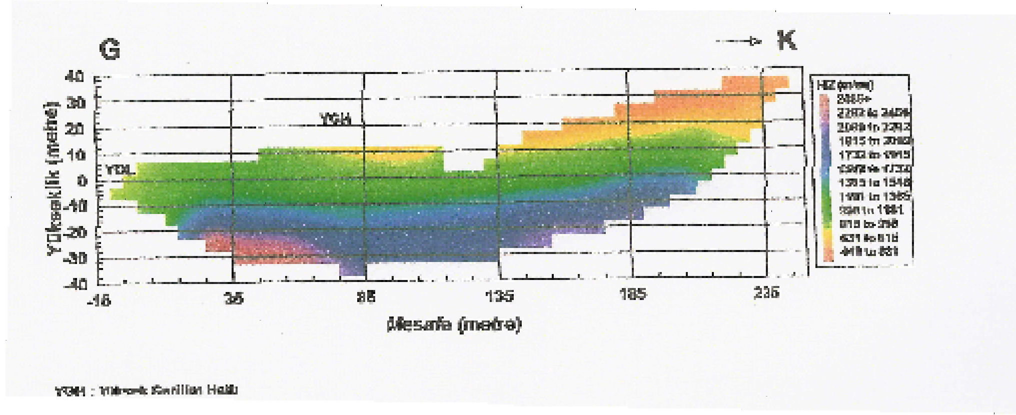
Sismik kırılma verilerinin değerlendirilmesinde iki boyutlu ters-çözüm yöntemi kullanılmış ve SeisOpt-2D adlı ters-çözüm programından yararlanılmıştır. Çok sayıda serimden oluşan bir profil için sürekli bir modelin oluşturulması da olanaklıdır. İki boyutlu P ve S dalgası hız dağılımı, yatay eksen mesafe ve düşey eksen derinlik (veya yükseklik) olmak üzere kesitler üzerinde gösterilmiştir (Şekil 3.1.).

Ayrıca, S dalga hızlarından yararlanarak ve Çizelge 3.1.' deki "Zemin Gurupları" kullanılarak, her profilde derinliğe bağlı iki-boyutlu zemin sınıflama kesitleri hazırlanmıştır. Hız değişimini daha iyi belirtebilmek amacı ile C ve D gurubu zeminler C1-C2 ve D1-D2 olarak iki alt guruba daha bölünmüştür.

Çizelge 3.1. S dalga hızına göre zemin gurupları (AİGM 2003)

Zemin gurubu	Kayma dalgası hızı (V_s)
A	>700
B	400-700
C1	300-400
C2	200-300
D1	200-100
D2	<100

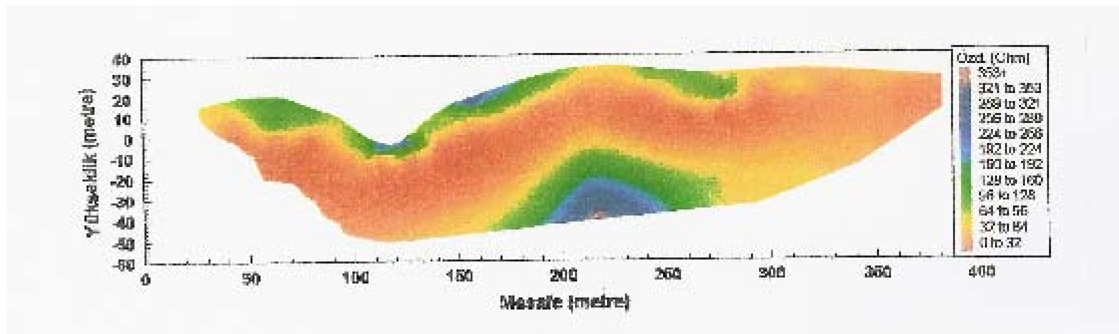
Her profilde V_p/V_s oranı hesaplanarak, oranın yükseklik ve mesafe ile değişimi Şekil.3.1 de verilmiştir. Arazi ölçümleri sonucunda alüvyon zeminlerde V_p/V_s oranı 1.28-2.11 arasında (ortalama 1.74), kısmen doygun zeminlerde 1.97-2.65 arasında (ortalama 2.3) ve tamamen doygun alüvyonlarda 2.3-3.2 (ortalama 2.75) dir.



Şekil 3.1. JF1 sismik kesiti ve V_s dalga hızları

3.1.2. Rezistivite ölçümleri

Çalışma alanında, JF1 profili boyunca çok kanallı özdirenç ölçüm sistemiyle yürütülen çalışmalarda, Wenner-Schlumberger elektrot dizilimi (elektrot aralığı 20 m) ile toplanan veriler iki boyutlu ters çözüm yöntemiyle değerlendirilmiştir. İnceleme alanındaki çok keskin topoğrafik değişimler, ters çözüm aşamasında değerlendirmeye katılmıştır. Profil üzerinde yapılan özdirenç sonuçlarından elde edilen elektrik kesiti Şekil 3.2.' de verilmiştir.



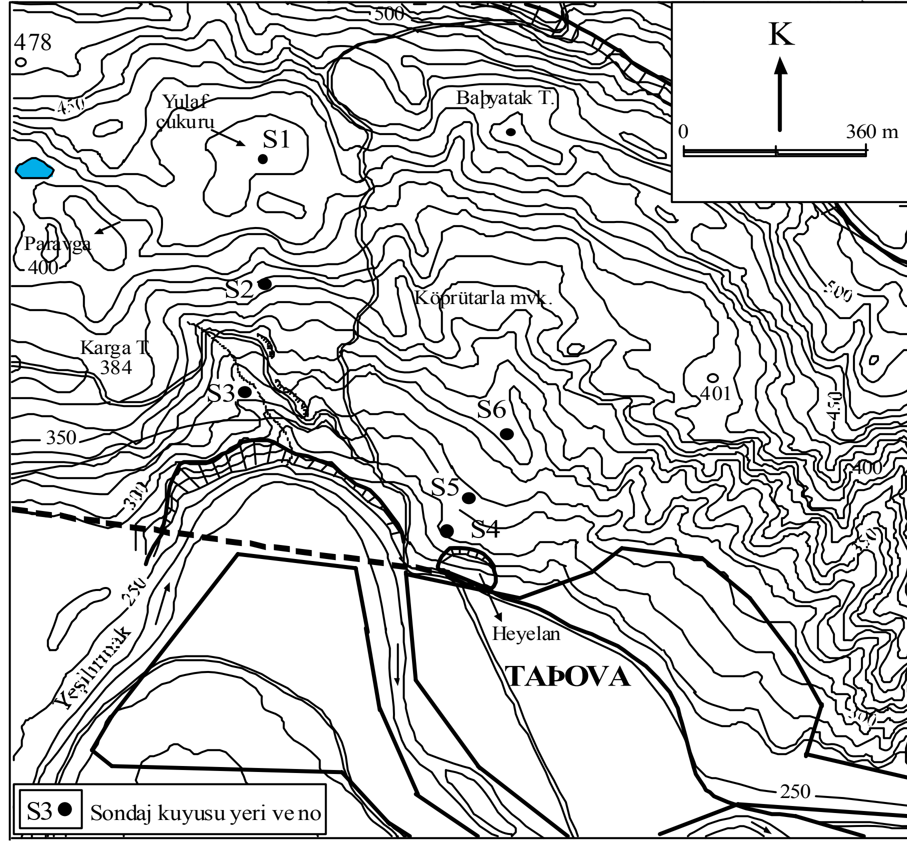
Şekil 3.2. Yer elektrik kesiti

3.2. Jeoteknik Amaçlı Sondajlar

Tez çalışması kapsamında inceleme alanında, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi bütçesi dahilinde, derinlikleri 30.0 m ile 52.0 m arasında değişen, toplam derinliği 250 m olan 6 adet jeoteknik amaçlı sondaj yapılmıştır (Çizelge 3.2.), (Şekil 3.3., Şekil 3.4.). Taşova' nın yerleşim alanında ve kuzeyindeki mücavir alan içerisinde yer seçimine yönelik olarak farklı yıllarda derinliği 7.95 m ile 25.45 m arasında, toplam derinliği 642.36 m olan 32 adet sondaj yapılmıştır (Kılıç ve Canik 1997, Kılıç vd 2002a). Bu sondajlar kayma yüzeyine ulaşmadığından bu çalışma kapsamında yararlanılamamıştır. Ayrıca, Taşova-Alparslan yolunun Taşova çıkışındaki ana heyelanın topuğundaki kaymayı incelemek amacı ile Çizelge 3.3.' de bilgileri verilen, derinlikleri 9.10 m ile 20.14 m arasında, toplam derinliği 60 m olan 4 adet sondaj yapılmıştır (Kılıç vd 2002b). Bu sondaj verilerinden bu çalışma kapsamında yararlanılmıştır.

Sondajların yapılması sırasında geçilen birimlerin derinlikleri, tanımlamaları, yapılan arazi deney sonuçları ve derinlikleri, örnek alınan seviyeler, yeraltısuyu seviyesi derinlikleri ve değerlendirmeler sondaj arazi loglarına işlenmiştir.

Bu çalışmada yapılan S1-S6 nolu temel sondaj kuyularının başlıkları 1.0 x 1.0 x 0.3 m boyutunda betonla kapatılmış, kuyu ağzına metal boru ve kapak yerleştirilerek kilitlenmiştir. Kuyularda yeraltısuyu seviyesi değişmini ve yamaç hareketinin olup olmadığını ölçmek amacıyla 60 mm çaplı ve delikli plastik borular kuyulara yerleştirilmiştir. Yeşilırmağın güneyinde seçilen B baz noktasına göre kuyularda hareket olup olmadığı periyodik olarak kuyu başlıkları yardımı ile ölçülmüştür. B baz noktası, Şekil 5.3.' deki mühendislik jeolojisi haritasında gösterilmiştir.



Şekil 3.3. İnceleme alanında yapılan jeoteknik sondajların yerleri ve numaraları



Şekil 3.4. S5 no.lu jeoteknik sondajın yapılmasından görünüş.

Çizelge 3.2. S1-S6 sondajlarının numarası, kotu, derinliği ve yeraltısuyu (YASS) seviyeleri.

Sondaj no	Kot (m)	Derinlik (m)	YASS (m)
S1	405	45.13	10.55
S2	360	38.08	22.50
S3	305	40.95	9.28
S4	282	51.95	24.00
S5	298	43.95	10.80
S6	325	30.05	1.95
Toplam	250.0 m		

Sondaj sırasındaki SPT, ENV 1997 standardına göre yapılmıştır. Bu çalışmada 6 adet sondaj kuyusunda toplam 167 adet SPT yapılmış ve alınan örnekler laboratuvarda incelenmiştir.

Çizelge 3.3. (S11-02)-(S14-02) no.lu sondajların numarası, kotu, derinliği ve yeraltısuyu (YASS) seviyeleri (Kılıç vd 2002b).

Sondaj no	Kot (m)	Derinlik (m)	YASS (m)
S11-02	234.3	9.10	3.30
S12-02	234.5	15.27	4.30
S13-02	237.0	15.11	6.30
S14-02	247.5	20.14	12.20
Toplam	60.0 m		

S1-S6 nolu sondajlardaki SPT-N_f darbe sayılarında Skempton (1986) ve Liao and Whitman (1986)' ya göre derinliğe bağlı düzeltmeler yapılmış ve düzeltilmiş SPT-N (SPT-N_1) darbe sayıları Çizelge 3.4.' de verilmiştir. Çizelge 3.4.' den anlaşılacağı gibi, yüzeyden itibaren ilk 5-6 m' ye kadar olan derinliklerde SPT-N_1 değerleri artmış, bundan sonraki derinliklerde örtü yükünün etkisi ile azalmıştır. Yüksek SPT-N_f darbe

sayılarına karşılık hesaplanan SPT-N_1 değerlerinin çok düşük olduğu seviyeler, makaslama yüzeylerinin konumu hakkında değerlendirmede gözönüne alınmıştır.

$$N_1 = C_N . N_f \quad (3.1)$$

$$C_N = \frac{2}{1 + \sigma'_v} \quad \text{(Skempton 1986)} \quad (3.2)$$

$$C_N = \sqrt{\frac{1}{\sigma'_v}} \quad \text{(Liao and Whitman 1986)} \quad (3.3)$$

Burada;

N_1: örtü basıncına göre düzeltilmiş SPT-N darbe sayısı

C_N: düzeltme katsayısı

N_f: arazide belirlenen SPT-N darbe sayısı

σ'_v: efektif örtü yükü, (kPa)

Zeminlerin indeks ve dayanım parametrelerini belirlemek amacı ile sondaj sırasında her 3 m' de bir ince cidarlı, 89 mm dış çaplı Shelby tüpü ile hidrolik baskı uygulanarak UD örnekler alınmıştır. ENV (1997)' ye uygun olarak alınan tüp örneklerin alt ve üstü düzeltilerek parafinlenmiş ve etiketlenmiştir. UD örnekler, SPT-N darbe sayısı 25' den küçük olan ince taneli zeminlerden alınabilmiştir.

Çizelge 3.4. S1-S6 no.lu sondajlardaki birimlerin SPT- N_f ve SPT- N_1 darbe sayıları

Sondaj no	Derinlik (m)	Zemin grubu	γ_n (kN/m^3)	γ_{sat} (kN/m^3)	γ' (kN/m^3)	σ'_v kPa	N_f	N_1 Skempton (1986)	N_1 Liao Whitman (1986)
S1	1,5-1,95	GM	20,20	22,41	12,61	30,3	21	32	37
	3,0-3,45	GM	20,20	22,41	12,61	60,6	>50	61	62
	4,5-4,59	SM	18,90	21,23	11,43	88,95	>50	52	52
	6,0-6,22	GM	20,20	22,41	12,61	119,25	>50	45	45
	7,5-7,70	SM	18,90	21,23	11,43	147,6	>50	40	40
	9,0-9,10	GP	20,20	22,41	12,61	177,9	>50	35	36
	10,5-10,77	SM	18,90	21,23	11,43	195,05	>50	33	35
	12,0-12,39	GP	20,20	22,41	12,61	213,96	>50	31	33
	13,5-13,95	GP	20,20	22,41	12,61	232,88	>50	29	32
	15-15,28	SM	18,90	21,23	11,43	250,03	>50	28	31
	16,5-16,60	GP-GM	20,20	22,41	12,61	268,95	>50	27	30
	18,0-18,10	GP-GM	20,20	22,41	12,61	287,87	>50	25	29
	19,5-19,62	GP	20,20	22,41	12,61	306,78	>50	24	28
	21-21,09	GM	20,20	22,41	12,61	325,70	>50	23	27
	22,5-22,74	GM	20,20	22,41	12,61	344,62	>50	22	26
	24,0-24,04	GP	20,20	22,41	12,61	363,54	>50	21	26
	25,5-25,59	SM	18,90	21,23	11,43	380,69	>50	20	25
	27-27,14	SM	18,90	21,23	11,43	397,84	>50	20	24
	28,5-28,59	SM	18,90	21,23	11,43	414,99	>50	19	24
	30-30,07	GP	20,20	22,41	12,61	433,91	>50	18	23
	31,5-31,55	GP	20,20	22,41	12,61	452,83	>50	18	23
	33-33,05	GP	20,20	22,41	12,61	471,75	>50	17	22
	33,7-3,95	GM	20,20	22,41	12,61	480,58	>50	17	22
	34,5-34,63	GM	20,20	22,41	12,61	490,67	>50	17	21
	36,0-36,05	GP	20,20	22,41	12,61	509,58	>50	16	21
	37,5-37,53	GP	20,20	22,41	12,61	528,49	>50	16	21
	39,0-39,04	GP	20,20	22,41	12,61	547,41	>50	15	21
	40,5-40,94	GP	20,20	22,41	12,61	566,32	>50	15	20
	42,0-42,20	MH	17,50	18,64	8,84	579,58	>50	14	20
	43,5-43,55	GM	20,20	22,41	12,61	598,50	>50	14	20
	45,0-45,13	SM	18,90	21,23	11,43	615,65	>50	14	20
S2	1,5-1,95	GP-GM	20,20	22,41	12,61	30,3	33	50	>50
	3,0-3,45	GP	20,20	22,41	12,61	60,6	21	26	26
	4,5-4,95	GP-GM	20,20	22,41	12,61	90,9	6	6	6
	6,0-6,45	GM	20,20	22,41	12,61	121,2	9	8	8
	7,5-7,95	GP-GM	20,20	22,41	12,61	151,5	26	20	21
	9,0-9,45	GM	20,20	22,41	12,61	170,42	37	27	28
	10,5-10,95	GM	20,20	22,41	12,61	189,34	20	13	14
	12,0-12,45	GM	20,20	22,41	12,61	219,64	31	19	20
	13,5-13,95	SM	18,90	21,23	11,43	247,99	30	17	19
	15-15,45	SM	18,90	21,23	11,43	276,34	22	11	13
	16,5-16,95	MH	17,50	18,64	8,84	302,59	>50	24	28
	18,0-18,45	ML	17,50	18,64	8,84	328,84	>50	23	27
	19,5-19,94	MH	17,50	18,64	8,84	355,09	>50	21	26

Çizelge3.4. (devam)

	21-21,45	MH	17,50	18,64	8,84	381,34	49	20	25
	22,5-22,95	SM	18,90	21,23	11,43	398,49	38	15	19
	24,0-24,44	SM	18,90	21,23	11,43	415,64	>50	19	24
	25,5-25,95	SM	18,90	21,23	11,43	432,79	46	17	22
	27,0-27,43	ML	17,50	18,64	8,84	446,05	>50	17	23
	28,5-28,58	GM	20,20	22,41	12,61	464,97	>50	17	23
	30,0-30,25	GM	20,20	22,41	12,61	483,89	>50	17	22
	31,5-31,85	ML	17,50	18,64	8,84	497,15	>50	16	22
	33,0-33,12	GM	20,20	22,41	12,61	516,07	>50	16	22
	34,5-34,64	GP-GM	20,20	22,41	12,61	534,99	>50	15	21
	36,0-36,13	GM	20,20	22,41	12,61	553,91	>50	15	21
	38,0-38,08	GM	20,20	22,41	12,61	579,13	>50	14	20
S3	1,5-1,95	GP-GM	20,20	22,41	12,61	30,3	25	38	44
	3,0-3,45	GP-GM	20,20	22,41	12,61	60,6	>50	61	>50
	4,5-4,95	GP-GM	20,20	22,41	12,61	90,9	46	47	47
	6,0-6,45	SM	18,90	21,23	11,43	119,25	33	29	30
	7,5-7,95	SP-SM	18,90	21,23	11,43	147,6	>50	40	40
	9,0-9,45	SM	18,90	21,23	11,43	164,75	>50	37	38
	10,4-10,77	GP-GM	20,20	22,41	12,61	182,40	>50	35	36
	12,0-12,15	GM	20,20	22,41	12,61	202,58	>50	32	34
	13,4-13,95	GP-GM	20,20	22,41	12,61	220,23	>50	31	32
	15,0-15,28	GM	20,20	22,41	12,61	240,41	>50	29	31
	16,5-16,77	GM	20,20	22,41	12,61	259,33	>50	27	30
	18,0-18,50	GM	20,20	22,41	12,61	278,25	>50	26	29
	19,5-19,73	SM	18,90	21,23	11,43	295,40	>50	25	28
	21,0-21,11	GM	20,20	22,41	12,61	314,32	>50	24	27
	22,5-22,63	GM	20,20	22,41	12,61	333,24	>50	23	26
	24,0-24,45	SM	18,90	21,23	11,43	350,39	>50	22	26
	25,5-25,95	ML	17,50	18,64	8,84	363,65	>50	21	26
	27,0-27,45	ML	17,50	18,64	8,84	376,91	>50	21	25
	28,5-28,92	SM	18,90	21,23	11,43	394,06	>50	20	25
	30,0-30,45	SM	18,90	21,23	11,43	411,21	>50	19	24
	31,5-31,95	GP-GM	20,20	22,41	12,61	430,13	>50	18	24
	33,0-33,22	GM	20,20	22,41	12,61	449,05	>50	18	23
	34,5-34,95	GM	20,20	22,41	12,61	467,97	>50	17	23
	36,0-36,36	GM	20,20	22,41	12,61	486,89	>50	17	22
	37,5-37,76	SM	18,90	21,23	11,43	504,04	>50	16	21
	39,0-39,45	SM	18,90	21,23	11,43	521,19	>50	16	21
	40,4-40,95	SM	18,90	21,23	11,43	537,19	>50	15	21
S4	1,5-1,95	GM	20,20	22,41	12,61	30,3	33	50	>50
	3,0-3,45	GM	20,20	22,41	12,61	60,6	34	41	42
	4,5-4,95	GP-GM	20,20	22,41	12,61	90,9	>50	>50	>50
	6,0-6,45	MH	17,50	18,64	8,84	117,15	34	31	31
	8,0-8,29	ML	17,50	18,64	8,84	152,15	>50	39	40
	9,0-9,29	SM	18,90	21,23	11,43	171,05	>50	36	37
	10,5-10,78	GP-GM	20,20	22,41	12,61	201,35	>50	32	34
	12,0-12,10	SM	18,90	21,23	11,43	229,7	>50	30	32
	13,5-13,55	SM	18,90	21,23	11,43	258,05	>50	27	30
	15,0-15,13	GWGM	20,20	22,41	12,61	288,35	>50	25	29

Çizelge3.4. (devam)

	16,5-16,61	SM	18,90	21,23	11,43	316,7	>50	23	27
	18,0-18,10	SM	18,90	21,23	11,43	345,05	>50	22	26
	19,5-19,61	SM	18,90	21,23	11,43	373,4	>50	21	25
	21,0-21,10	SM	18,90	21,23	11,43	401,75	>50	20	24
	22,5-22,60	SM	18,90	21,23	11,43	430,1	>50	18	23
	24,0-24,08	SM	18,90	21,23	11,43	447,25	>50	18	23
	25,5-25,55	SM	18,90	21,23	11,43	464,40	>50	17	23
	27,0-27,45	GM	20,20	22,41	12,61	483,32	28	9	12
	28,5-28,95	SM	18,90	21,23	11,43	500,47	39	12	17
	30,0-30,14	SM	18,90	21,23	11,43	517,62	>50	16	22
	31,5-31,95	SM	18,90	21,23	11,43	534,77	41	12	17
	33,0-33,45	SM	18,90	21,23	11,43	551,92	37	11	15
	34,5-34,95	SM	18,90	21,23	11,43	569,07	35	10	14
	36,0-36,45	SM	18,90	21,23	11,43	586,22	28	8	11
	37,5-37,95	SM	18,90	21,23	11,43	603,37	23	6	9
	39,0-39,45	SM	18,90	21,23	11,43	620,52	29	8	11
	40,5-40,95	SM	18,90	21,23	11,43	637,66	26	7	10
	42,0-42,45	SM	18,90	21,23	11,43	654,81	40	10	15
	43,0-43,26	ML	17,50	18,64	8,84	663,65	>50	13	19
	44,5-44,63	ML	17,50	18,64	8,84	676,91	>50	13	18
	46,0-46,14	ML	17,50	18,64	8,84	690,17	>50	12	18
	47,5-47,59	ML	17,50	18,64	8,84	703,43	>50	12	18
	49,0-49,11	ML	17,50	18,64	8,84	716,69	>50	12	18
	50,5-50,60	ML	17,50	18,64	8,84	729,95	>50	12	18
	51,5-51,95	ML	17,50	18,64	8,84	738,79	>50	12	18
S5	1,5-1,95	GP-GM	20,20	22,41	12,61	30,3	24	36	43
	3,0-3,45	GP-GM	20,20	22,41	12,61	60,6	4	5	5
	4,5-4,95	GP-GM	20,20	22,41	12,61	90,9	16	16	16
	6,0-6,45	GM	20,20	22,41	12,61	121,2	19	17	17
	7,5-7,95	GM	20,20	22,41	12,61	151,5	24	18	19
	9,0-9,45	GM	20,20	22,41	12,61	181,8	49	34	35
	10,5-10,95	GM	20,20	22,41	12,61	200,72	37	24	26
	12,0-12,45	GP-GM	20,20	22,41	12,61	219,64	>50	31	33
	13,5-13,95	GP-GM	20,20	22,41	12,61	238,56	49	28	31
	15,0-15,45	GP-GM	20,20	22,41	12,61	257,48	>50	27	30
	16,5-16,95	GP-GM	20,20	22,41	12,61	276,40	42	21	25
	18,0-18,45	GP-GM	20,20	22,41	12,61	295,32	>50	25	28
	19,5-19,95	GP-GM	20,20	22,41	12,61	314,24	>50	24	27
	21,0-21,45	GP-GM	20,20	22,41	12,61	333,16	>50	23	27
	22,5-22,74	GM	20,20	22,41	12,61	352,08	>50	22	26
	24,0-24,14	SM	18,90	21,23	11,43	369,23	>50	21	25
	25,5-25,56	GP-GM	20,20	22,41	12,61	388,15	>50	20	25
	27,0-27,08	GM	20,20	22,41	12,61	407,07	>50	19	25
	28,5-28,75	GM	20,20	22,41	12,61	425,99	>50	19	24
	30,0-30,07	SM	18,90	21,23	11,43	443,14	>50	18	24
	31,5-31,63	GM	20,20	22,41	12,61	462,06	>50	17	23
	33,0-33,10	SM	18,90	21,23	11,43	479,21	>50	17	22
	34,5-34,54	SM	18,90	21,23	11,43	496,36	>50	16	22
	36,0-36,45	ML	17,50	18,64	8,84	506,62	>50	16	22

Çizelge3.4. (devam)

	37,5-37,64	GM	20,20	22,41	12,61	528,54	>50	16	21
	39,0-39,07	GM	20,20	22,41	12,61	547,46	>50	15	21
	40,5-40,95	ML	17,50	18,64	8,84	560,72	23	7	10
	42,0-42,45	ML	17,50	18,64	8,84	573,98	10	3	4
	43,5-43,95	SM	18,90	21,23	11,43	591,13	>50	14	20
S6	1,5-1,95	ML	17,50	18,64	8,84	26,25	10	16	19
	3,0-3,45	ML	17,50	18,64	8,84	39,51	9	13	14
	5,0-5,45	MH	17,50	18,64	8,84	57,19	18	23	23
	6,0-6,45	MH	17,50	18,64	8,84	66,03	13	15	16
	8,0-8,45	MH	17,50	18,64	8,84	83,71	16	17	17
	9,0-9,45	MH	17,50	18,64	8,84	92,55	22	22	22
	11,0-11,45	MH	17,50	18,64	8,84	110,23	23	21	21
	12,0-12,45	MH	17,50	18,64	8,84	119,07	30	27	27
	13,5-13,95	MH	17,50	18,64	8,84	132,33	18	15	15
	15,0-15,35	SM	18,90	21,23	11,43	149,48	>50	39	40
	16,5-16,57	GM	20,20	22,41	12,61	168,39	>50	37	38
	18,0-18,36	GM	20,20	22,41	12,61	187,31	>50	34	36
	19,5-19,63	GM	20,20	22,41	12,61	206,23	>50	32	34
	21,0-21,44	SM	18,90	21,23	11,43	223,38	>50	30	33
	22,5-22,63	SM	18,90	21,23	11,43	240,53	>50	29	32
	24,0-24,45	ML	17,50	18,64	8,84	253,79	>50	28	31
	25,5-25,60	ML	17,50	18,64	8,84	267,05	>50	27	30
	27,0-27,09	GM	20,20	22,41	12,61	285,97	>50	25	29
	28,5-28,53	GM	20,20	22,41	12,61	304,89	>50	24	28
	30,0-30,05	GM	20,20	22,41	12,61	323,81	>50	23	27

3.3. Sondaj Kuyularında Yeraltısuyu Seviyesi Ölçümleri

Sondajların bitiminden itibaren yaklaşık iki aylık periyotlar halinde kuyularda yeraltısuyu seviyesinin değişiminin belirlenmesi amacıyla ölçüm alınmıştır. Bu ölçümlerde elektrikli su seviye ölçer kullanılmıştır. Her kuyuda her ölçüm anında en az üç ölçüm yapılarak bunların aritmetik ortalaması alınmıştır. Yeraltısuyu seviyesinin aylara göre değişimi ve değerlendirmeler Bölüm 5.4.1.1.' de verilmiştir.

3.4. Sondaj Kuyularında Derinlik Ölçümleri

Heyelanda kayma yüzeyini belirlemeye yönelik olarak kuyu derinliklerindeki değişimleri belirlemek amacı ile yaklaşık iki aylık periyotlar halinde ölçümler yapılmıştır. Kuyu içine sarkıtılan, ucuna ağırlık bağlanmış ip yardımıyla kuyu

derinlikleri ölçülmüştür. Her seferinde en az üç ölçüm yapılarak bunların aritmetik ortalaması alınmıştır. Kuyu derinliklerinin aylara göre değişimi ve değerlendirmeler Bölüm 5.4.1.2.' de verilmiştir.

3. 5. Heyelanda Yerdeğiştirmelerin GPS Yardımıyla Ölçümü

Yamaçlarda hareket olup olmadığını belirlemek amacıyla sondaj kuyularının başlıklarına yerleştirilen sabit plakalar yardımıyla Yeşilırmağın güneyindeki B baz noktasına göre ölçümler yaklaşık iki ayda bir olmak üzere toplam on ay süre içerisinde alınmıştır. Kuyu başlıklarındaki mesafe değişimleri RASCAL-8 kanallı, yatay hassasiyeti 5 mm + 1 ppm / uzaklık, düşey hassasiyeti 10 mm + 1 ppm olan GPS alıcısı ile ölçülmüştür. Nokta başına 15 sn aralıklarla 30 dk' lık ölçümler alınmıştır.

4. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

4.1. İndeks ve Jeoteknik Özellikler

Sondajların farklı derinliklerinden alınabilen 167 adet örselenmiş ve 4 adet örselenmemiş örneklerin indeks ve jeoteknik özellikleri, Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Jeolojisi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı' nda ASTM, BS ve ENV (1997) standardına göre incelenmiştir.

Zeminin doğal su içeriği (ω_n), tane boyu dağılımı, geçilen derinlilerdeki tabii birim hacim ağırlığı (γ_n), doygun birim hacim ağırlığı (γ_{sat}) ve batık birim hacim ağırlıkları (γ'), Atterberg limitleri (LL, PL, PI), Likidite indisi (LI), Kıvam indisi (K), gözeneklilik (n), makaslama dayanım parametreleri (c_p, ϕ_p, c_r, ϕ_r) değerleri belirlenmiştir. Bu özelliklerin en az, en çok ve ortalama değerleri Bölüm 5.5., Çizelge 5.5., Çizelge 5.6., Çizelge 5.7. ve Çizelge 5.8.' de verilmiştir.

4.1.1. Doğal su içeriği

Toplam 171 adet numunenin su içeriği belirlenmiş ve Ek 1.' deki deney sonuç çizelgesinde verilmiştir. Su içeriği %3 ile % 41 arasında değişmektedir.

4.1.2. Atterberg limitleri

159 adet ince taneli zemin örneğinin likit limit ve plastik limitleri belirlenmiş ve sonuçlar Ek 1.'deki deney sonuç çizelgesinde verilmiştir. Zemin örneklerinin likit limitleri % 32 ile % 86 arasında, plastik limitleri % 20 ile % 43 arasında, plastisite indisleri ise % 5 ile % 43 arasında değişmektedir.

4.1.3. Likidite indisi

Zeminin kıvamının belirlenmesinde 159 adet numunenin Likidite İndisi belirlenmiştir Sonuçlar Ek 1.' deki deney sonuç çizelgesinde verilmiştir. Likidite indisleri % -3.0 ile 0 arasında değişmektedir.

4.1.4. Kıvam indisi

Kıvam indisi 159 adet numune üzerinde belirlenmiştir Sonuçlar Ek 1.' deki deney sonuç çizelgesinde verilmiştir. Zemin örneklerinin kıvam indisleri % 1.05 ile % 4 arasında değişmektedir.

4.1.5. Tane boyu dağılımı

Zeminler; Birleşik Zemin Sınıflama Sistemi' ne (USCS) göre ıslak elek analizi ile tane boyu dağılımı belirlenmiş ve sınıflandırılmıştır (ENV 1997). Toplam 171 adet numunenin tane boyu dağılımı eğrisi çizilmiştir. Islak elek analizi sonuçları Ek 1.' deki deney sonuç çizelgesinde verilmiştir.

4.1.6. Gözeneklilik

47 adet zemin örneğinin gözenekliliği % 32 ile % 47 arasında değişmekte ve ortalama % 40' dır.

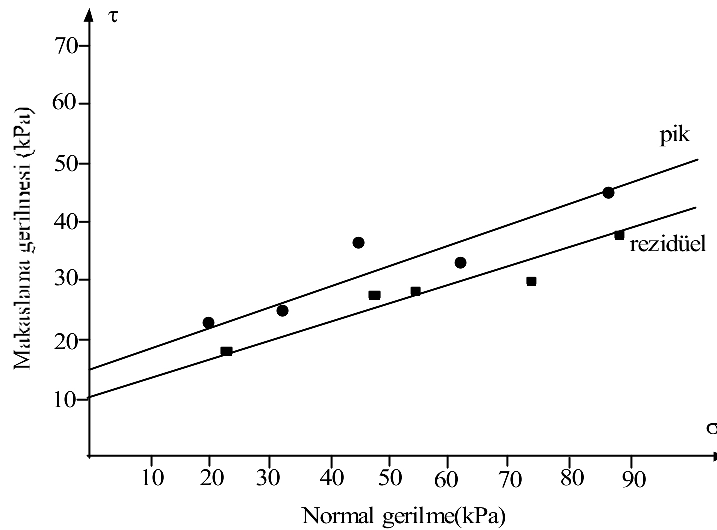
4.1.7. Makaslama dayanımı

Makaslama deneyi, zemin örneğinin dairesel veya kare kesitli ve iki parçadan oluşan bir kutu içine yerleştirilmesi, sabit normal gerilme ve artan makaslama kuvveti altında

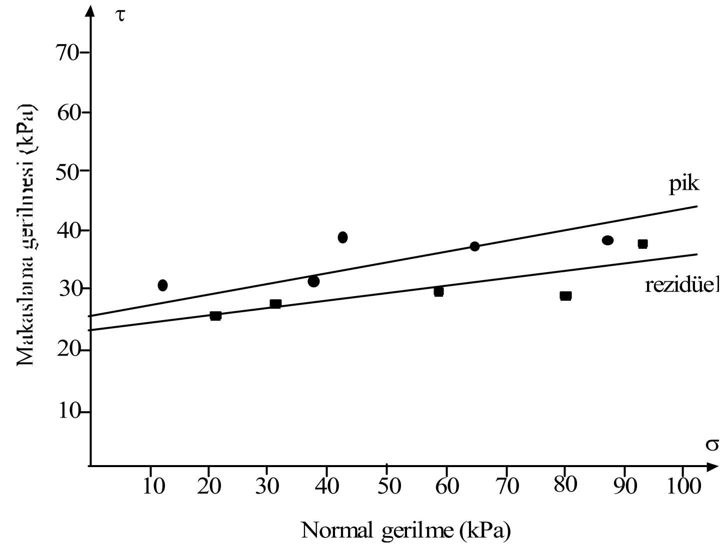
kutunun üst parçası sabit tutulurken alt parçası yatay bir düzlem üzerinde hareket edebilen ve böylece örneğin ortasından geçen bir düzlem boyunca zeminin kaymaya zorlanarak kırılması esasına dayanır.

İnceleme alanında, Pliyosen yaşlı kum ve çakıl içindeki düşük plastisiteli silt-yüksek plastisiteli silt (ML-MH) grubu zeminlerde her biri üçer adet örnekten oluşan 5 set ve tabanda bulunan Pliyosen' in yeşilimsi siltleri üzerinde her biri üçer örnekten oluşan 5 set olmak üzere doygun şartlarda makaslama deneyleri yapılmıştır. Kahverenkli ve yeşilimsi siltlerin pik ve rezidüel değerleri ayrı ayrı belirlenmiş ve ortak zarfları τ-σ grafiğinde gösterilmiştir. Heyelanda kaymanın tabandaki yeşilimsi silt seviyeleri üzerinde olduğu belirlendiği için analizlerde yeşilimsi siltin parametreleri esas alınmıştır.

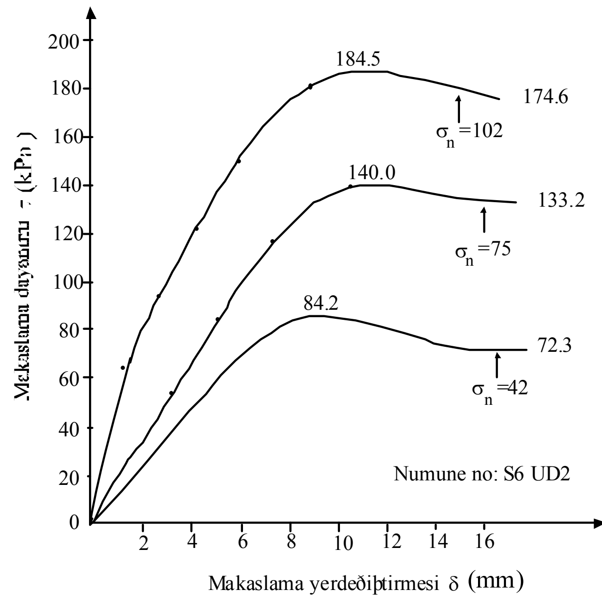
Makaslama deneylerinin sonuçları Ek 1.' deki deney sonuç çizelgesinde verilmiştir. Kahverenkli siltlerin τ-σ ilişkileri Şekil 4.1.' de, yeşilimsi siltlerin τ-σ ilişkileri Şekil 4.2.' de, kahverenkli siltin τ-δ ilişkileri Şekil 4.3.' de ve yeşilimsi siltin τ-δ ilişkileri Şekil 4.4.' de verilmiştir.



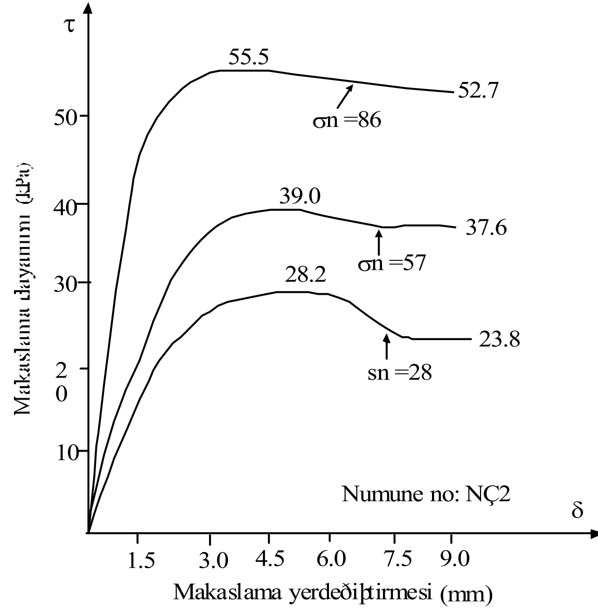
Şekil 4.1. Kahverenkli siltin τ-σ ilişkisi



Şekil 4.2. Yeşilimsi siltin τ-σ ilişkisi



Şekil 4.3. Kahverenkli siltin τ-δ ilişkisi



Şekil 4.4. Yeşilimsi siltin τ-δ ilişkisi

4.2. Mineralojik Özellikler

Sondajların farklı derinliklerinden alınan 6 adet ML-MH örneği toz haline getirilerek X-ışınları kırınım analizleri (XRD) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Kimyasal Analiz Laboratuvarı' nda etilen glikolle doyurularak yapılmıştır. XRD analiz sonuçları Ek 2.' de verilmiştir. Grafiklere göre; smektit, kalsit, kuvars, kaolinit, feldispat, klorit, illit, amorf silika ve amfibol mineralleri tesbit edilmiştir. Zemin gurupları, mineral türleri ile birlikte Çizelge 4.1.' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Silt örneklerinin XRD analiz sonuçlarına göre içerdikleri mineraller

Örnek no.	Derinlik (m)	Mineraller	Zemin gurubu
S4 SPT5	8.00-8.29	Smektit (montmorillonit), kalsit, kuvars, feldispat, klorit, illit, amorf silika, kaolinit	ML
S6 UD1	4.50-5.00	Smektit (montmorillonit), kalsit, feldispat, kuvars, kaolinit, klorit, illit amorf silika, kristobalit	MH
S4 SPT34	50.50-50.60	Smektit (montmorillonit), kalsit, kuvars, feldispat, kaolinit, klorit, illit, amorf silika	ML
S6 UD3	10.50-11.00	Smektit (montmorillonit), kalsit, kuvars, feldispat, kaolinit, amorf silika, illit	MH
S6 SPT7	11.00-11.45	Smektit (montmorillonit), kalsit, kuvars, feldispat, klorit, kaolinit, amorf silika, illit, amfibol	MH
S6 SPT17	25.50-25.60	Kalsit, smektit (montmorillonit), kuvars, feldispat, klorit, amfibol, illit, kaolinit, amorf silika	ML

5. HEYELAN ALANININ MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ

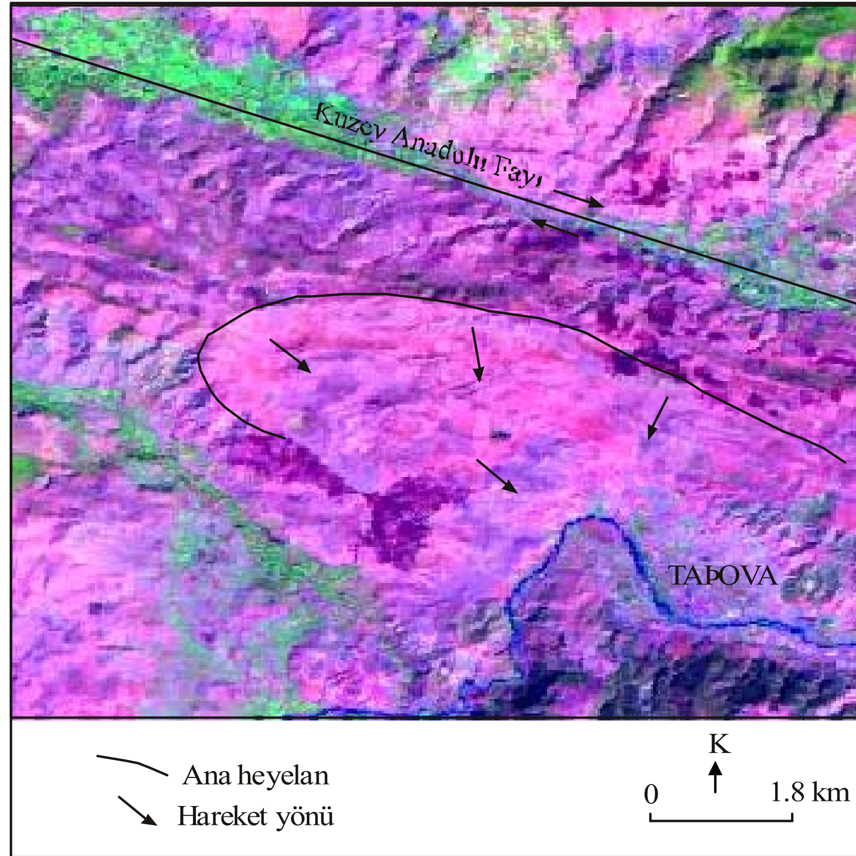
5.1. Heyelanın Morfolojisi

İnceleme alanının 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritası, 1/35 000 ölçekli hava fotoğrafı, uydu görüntüsü, sayısallaştırılmış topoğrafik haritalardan elde edilen Triangulated Irregular Network (TIN) görüntüsü ve eğim haritaları ile arazide yapılan incelemelerden heyelanlı bölgenin varlığı belirlenmiştir. Heyelanlı bölge bir adet ana heyelan ve yedi adet ikincil heyelandan oluşmaktadır. Heyelanların hareket yönü, inceleme alanının güneyindeki Yeşilırmak nehrinin kuzeye kıvrım yaptığı yere doğrudur. Heyelanlar, Şekil 5.1. deki uydu görüntüsünde, Şekil.5.2.' deki topoğrafik haritadan elde edilen TIN görüntüsünde, Şekil.5.3.' deki Mühendislik jeolojisi haritasında ve Şekil 5.4.' deki inceleme alanının fotoğraf görüntüsünde görülmektedir.

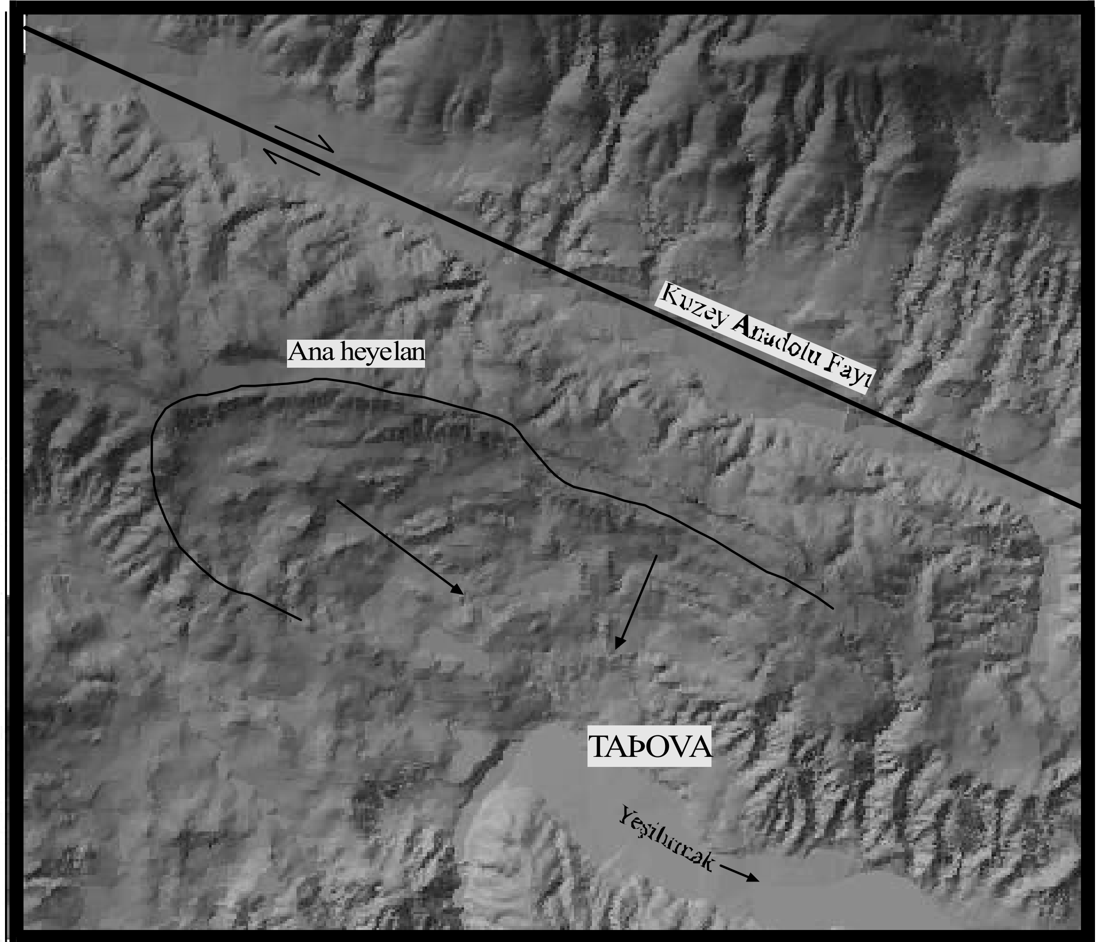
Ana heyelan, kuzeybatıda Bakacağın Tepe (760 m), kuzeyde Meşeli Tepe (735 m) doğuda Kurtini Tepe (533 m) ile güneyde Yeşilırmak arasında KB-GD yönünde 6.0 km, KD-GB yönünde ise 2.5 km boyutlarında yaklaşık 15 km^2 lik bir alanı kaplar (Şekil.5.3.).

Heyelanların ilk şekli erozyon etkisi ile kaybolmuş, kısmen ana heyelan aynası, çökme ve kabarma bölgeleri ile heyelan gölleri açıkça görülebilmektedir. Yulaf, Meşeli ve Paravga çukurlarının yanında akışa izin vermeyen çok sayıda kapalı çukurlar heyelanların çökme bölgelerini oluşturmaktadır. Ana heyelanın topuğu, Taşova ilçesinin batısında Yeşilırmağın kuzeye büklüm yaptığı yerde sonlanmaktadır (Şekil.5.3.).

Kuzey Anadolu Fay Zonu' ndaki tektonizmaya bağlı yükselim nedeniyle Yeşilırmaktan kuzeye, kuzeybatıya ve kuzeydoğuya doğru gidildikçe topoğrafik eğim artmaktadır. Ana heyelan ve ikincil heyelanların ayna kısımlarında eğim, % 30- % 40 arasında iken çökme bölgelerinde % 0 -% 10 arasında değişmektedir.



Şekil 5.1. İnceleme alanının uydu görüntüsü



Şekil 5.2. İnceleme alanının TIN görüntüsü

AÇIKLAMALAR

Heyelan aynasý
VII Heyelan numarasý
A A' Jeoloji kesit hattý
JF1 Jeofizik ölçüm hattý
300 Düzeç eðrisi ve yüksekliði
• S3 Sondaj yeri ve numarasý
*B Baz istasyonu (GPS)
Kaynak
Hareket yönü
Çeþme
Göl
Çukur
NÇ1 Numune çukuru
Qal Kuvaterner alüvyon
Pl1 Pliyosen çakýl ve kum
Pl2 Pliyosen silt
Kt Kretase Tersakan form.
K
0 720 m

Şekil 5.3. İnceleme alanının mühendislik jeolojisi haritası

Açýklamalar: S2 Sondaj yeri ve numarasý VI Ýkincil heyelan yeri ve numarasý Heyelan hareket yönü Taþova-Alparslan yolu

Şekil 5.4. İnceleme alanında heyelanların ve sondajların genel görünüşü (G’ den K’ e bakış)

5.2. Mühendislik Jeolojisi

Ana heyelan, Şekil 5.3. de görüldüğü gibi, kuzeybatıda Bakacağın Tepe civarında 700 m kotunda başlamakta, güneydoğuya doğru uzanmakta ve 520 m kotunda sonlanmaktadır. Heyelan aynaları 550-570 m, 500-540 m, 420-440 m ve 360-380 m' ler arasında bulunan beş adet ikincil heyelan bulunmaktadır. Bunlardan yukarıdan aşağıya doğru olmak üzere, ilkinin (I) aynası 580 m kotunda olup Meşeli çukurun kuzeybatısında bulunur. Bu çukurun kuzeydoğusundaki II. heyelan aynası ise, 540 m kotundadır ve hareket yönü güneydoğuyadır. 440 m kotunda meydana gelen III. heyelan aynası Yulaf çukurunun kuzeyi ve kuzeybatısındadır. Yönü, batı kısmında güneydoğuya ve kuzeyinde ise güneye doğrudur. Karga Tepe'nin kuzeyinde 380 m kotundaki IV. heyelan aynası bulunmakta ve hareket yönü güneyedir. Ana heyelanın doğu ucunda ve Köprütarla mevkiinin doğusunda 440 m kotunda meydana gelen V. heyelan aynası bulunmaktadır. Bu heyelanın hareketi güneybatıdaki Yeşilırmak büklümüne doğru olup, Taşova yerleşim alanını tehdit eden heyelanın tepe kısmını oluşturmaktadır (Şekil 5.4.).

Yeşilırmak tarafından devamlı olarak topuktan yük alınması nedeni ile A-A' kesit hattının topuğunda çok sayıda aktif heyelan oluşmuştur (VI). Bu heyelanlar, Yeşilırmağın kuzeye büklüm yaptığı kesimlerinde görülmektedir (Şekil 5.5. ve Şekil 5.6.).



Şekil 5.5. Yeşilırmağın topuktan yük alması ile oluşan VI numaralı heyelan (GB’ dan KD’ ya bakış)



Şekil 5.6. Yeşilırmağın topuktan yük alması ile oluşan VI numaralı heyelan (GB’ dan KD’ ya bakış)

Ayrıca, 1980 yılında Taşova-Alparslan yolunun Taşova çıkışında, mezarlığın hemen doğusunda ve Şekil 5.1. deki S4 nolu sondajın güneyinde meydana gelen VII numaralı heyelanın aynası 270-280 m arasındadır (Şekil 5.7.). Bu heyelan Taşova yerleşim alanının bu kesimindeki 10 konutu kullanılamaz hale getirmiştir. Bu nedenle ve bu bölge Bakanlar Kurulu' nun 20.12.1993 tarih ve 93/5204 sayılı kararnamesi ile "Afete Maruz Bölge" olarak ilan edilmiştir.

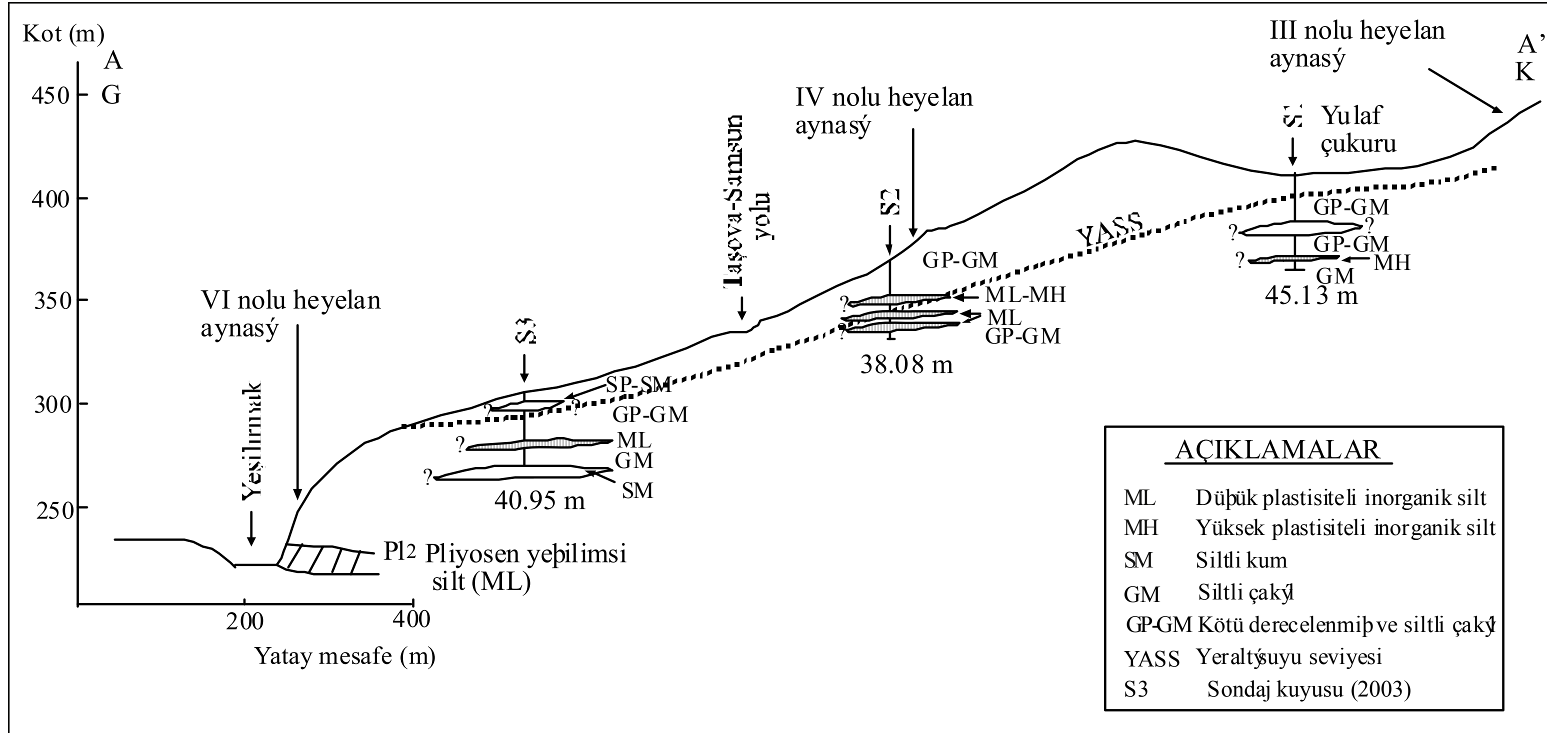


Şekil 5.7. Taşova-Alparslan yolu üzerinde oluşan VII numaralı heyelan. Heyelan teraslanmış durumda (GB' dan bakış)

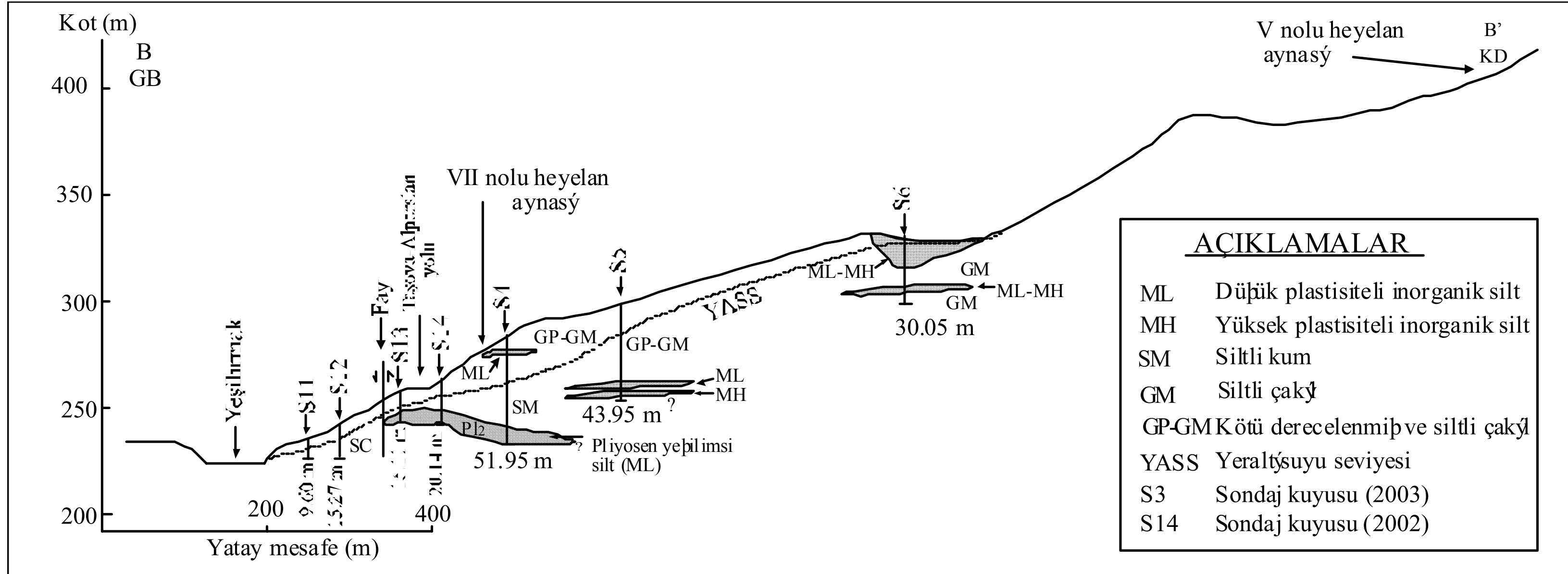
Ana heyelanın topuğunda yeralan III ve IV no.lu heyelanlarda hareket olup olmadığını, var ise kayma yüzeyini ve kayma miktarını belirlemek üzere A-A' kesit hattı üzerinde S1, S2 ve S3 nolu sondajlar ve B-B' kesit hattı üzerinde Taşova yerleşim alanını etkilediği düşünülen V numaralı heyelanın topuğunda S4, S5 ve S6 no'lu sondajlar yapılmıştır.

Heyelan bölgesinde birimler çakıl ve kumun hakim olduğu az miktarda silt içeren Pl_1 ve bunun altında tamamen silt birimlerinden oluşan Pl_2 olmak üzere iki guruba ayrılmıştır. Birimlerin yatay ve düşey yöndeki dağılımları Şekil 5.3.' deki mühendislik jeolojisi haritası ile Şekil 5.8.' de verilen A-A', Şekil 5.9.' da verilen B-B' ve Şekil 5.10.' da verilen C-C' mühendislik jeolojisi kesitlerinde gösterilmiştir.

Heyelanın meydana geldiği Pl_1 birimi içerisinde, kahverenkli, siltli kum (SM), iyi ve kötü derecelenmiş kum (SW-SP), siltli çakıl (GM), iyi ve kötü kötü derecelenmiş çakıl (GW-GP) ve silt (ML-MH) bulunmaktadır. Çakıllar, kuvars, kireçtaşı ve bazalt bileşenli ve olgun köşelidir. Pl_2 birimi ise yeşilimsi silt (ML)' den oluşmaktadır. Bu birimlerin jeoteknik özellikleri Bölüm 5.4.' de açıklanmıştır.



Şekil 5.8. Taşova heyelanı A-A’ mühendislik jeolojisi kesiti



Şekil 5.9. Taşova heyelanı B-B' mühendislik jeolojisi kesiti

Şekil 5.10. Taşova heyelanı C-C' mühendislik jeolojisi kesiti

5.2.1. Göller ve kaynaklar

Ana heyelan ve ikincil heyelanların bulunduğu alanda, 280 m ile 442 m kotları arasında debileri 0.2 ile 3.0 l/s arasında 10 adet kaynak ile bir adet çeşme bulunmaktadır. Ayrıca iki adet heyelan gölü ve bir adet gölet mevcuttur. Kaynak ve göller Çizelge 5.1.' de verilmiş ve yerleri Şekil 1.4.' deki drenaj haritasında numaralandırılarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. İnceleme alanındaki kaynak, çeşme, göl ve göletlerin yeri, kotu ve debisi

Göl ve kaynak no	Yeri	Kot (m)	Yaklaşık debi (l/s)
1	Eski Samsun yolu-Çaydibi yolu kavşağı	442	1
2	Paravga batısı	402	0,2
3	Paravga batısı	402	0,5
4	Paravga güneyi	365	2,5-3
5	Yeşilırmak kuzeyi	285	2,0
6	Bağlarüstü	290	0,5
7	Bağlarüstü	290	0,5
8	Bağlarüstü	305	0,5
9	Sırapelitlik güneyi	353	0.2
10	Sırapelitlik güneyi	340	0.2
Ç1	Başyatak tepe batısı	435	0.2
GÖL-1	Paravga güneyi	370	-
GÖL-2	Paravga kuzeyi	390	-
Meşeli göleti	Meşeli çukuru	510	-

Paravga güneyinde yer alan Göl-1, 370 m kotunda ve Göl-2 ise 390 m kotundadır. Bu göller, ana heyelanın çökme bölgesinde bulunmaktadır. Göller, akışa izin vermeyen kapalı çukurlarda oluşmuştur.

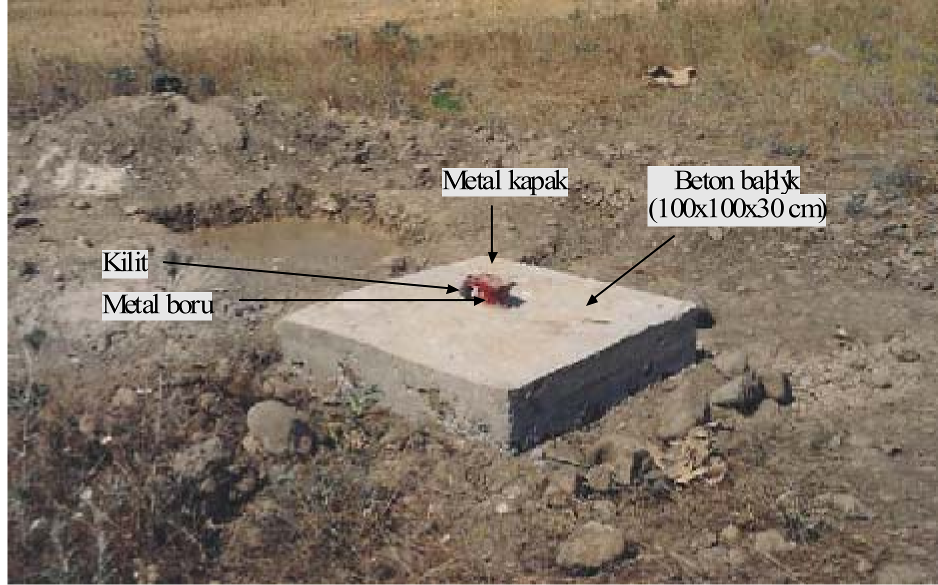
Taşova-Alparslan yolunun doğusunda ve Başyatak Tepe' nin batısında 435 m kotundaki çeşmenin debisi yaklaşık 0.2 l/s' dir. Bu çeşmenin Başyatak Tepe eteklerindeki daha yüksek kotlardaki kaynaktan borularla getirildiği bölge sakinlerinden öğrenilmiştir. 1 no.lu kaynak Eski Samsun yolu-Çaydibi kavşağında, 442 m kotunda ve debisi 1 l/s, 2 no.lu kaynak Paravga batısında, 402 m kotunda ve debisi 0.2 l/s, 3 no.lu kaynak yine

Paravga batısında, 402 m kotunda ve debisi 0.5 l/s, 4 no.lu kaynak Paravga mevkiinde, 365 m kotunda ve debisi 2.5-3.0 l/s' dir. 5 nolu kaynak Yeşilırmak kuzeyinde, 285 m kotunda ve debisi 2.0 l/s, 6 ve 7 no.lu kaynaklar Taşova-Alparslan yolunun doğusunda Bağlarüstü mevkiinde 290 m kotunda ve debileri 0.5 l/s, 8 no.lu kaynak Bağlarüstü mevkiinde 305 m kotunda ve debisi 0.5 l/s, 9 no.lu kaynak Sırapelitlik güneyinde 353 m kotunda ve debisi 0.2 l/s ve 10 no.lu kaynak Sırapelitlik güneyinde 340 m kotunda ve debisi 0.2 l/s' dir.

Şekil 1.4.' deki drenaj haritasında görüldüğü gibi, bu kaynaklardan çıkan sular tekrar çakıllı, kumlu birimler içerisine süzüldüğünden akan dere olarak görülmemektedir. Süzülen bu sular heyelanların kayma yüzeyine kadar ulaşmakta ve Kuvaterner alüvyona ve Yeşilırmağa boşalmaktadır.

5.3. S1-S6 No.' lu Kuyulardaki Yeraltısuyu, Kuyu Derinliği ve Hareket Miktarı Değişimi

Heyelanlarda hareketi belirlemeye yönelik olarak, kuyu içinde içinde yeraltısuyu seviyesi ve kuyu derinliği değişimi ölçülmüştür. Ayrıca, B baz noktasının kuyulara olan uzaklığındaki değişimi GPS ile ölçülmüştür. Uzaklıklar ölçümleri Şekil 5.11' de görülen betonla kaplanmış başlıklar üzerinden yapılmıştır.



Şekil 5.11. S2 no.lu sondaj kuyusundaki beton başlık.

5.3.1. Kuyu içinde yapılan ölçümler

5.3.1.1.Yeraltısuyu seviyesinin değişimi

Kuyularda 02.08.2003 ile 07.10.2004 tarihleri arasındaki yeraltısuyu seviyesinin ölçümleri Çizelge 5.2.' de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Kuyulardaki yeraltısuyu seviyelerinin 2003 Ağustos-2004 Ekim döneminde aylara göre değişimi

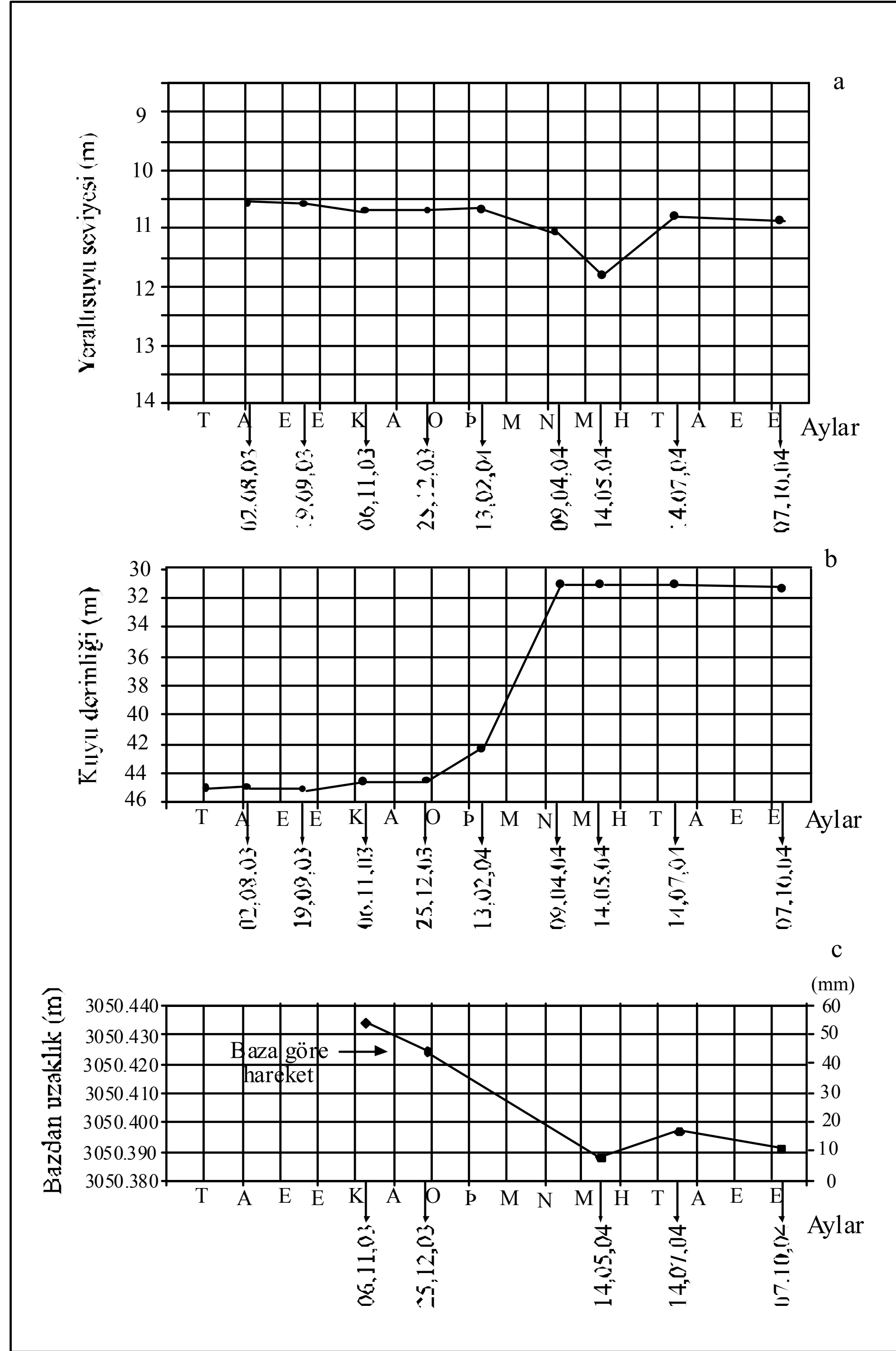
Sondaj no.	Ölçüm Tarihleri								
	2.8.03	19.9.03	06.11.03	25.12.03	13.02.04	9.04.04	14.05.04	14.07.04	7.10.04
S1	10.55	10.58	10.67	10.65	10.64	11.05	11.78	10.73	10.83
S2	22.50	23.86	24.44	25.07	25.38	26.02	26.17	26.47	26.19
S3	9.28	9.19	9.58	9.70	9.75	9.28	9.25	9.38	9.50
S4	24.00	23.60	23.43	23.25	22.87	22.55	21.69	21.63	21.50
S5	11.80	12.01	12.10	11.97	11.97	11.96	11.82	12.10	11.9
S6	2.10	1.97	1.90	1.74	1.70	1.73	1.94	2.02	1.94

S1 no.lu kuyuda yeraltısuyu seviyesi 02.08.2003 tarihinde 10.55 m olup, bu tarihten 14.05.2004 tarihine kadar 1.23 m’ lik düşme görülmektedir. Düşmenin en hızlı olduğu dönem 13.02.2004 ile 14.05.2004 tarihleri arasıdır. Yağış durumuna göre yeraltısuyu seviyesinin yükselmesi gerekirken, bu dönemdeki seviyede düşmenin olması, S1 kuyusundaki 13.02.2004 ile 09.04.2004 tarihleri arasındaki kuyu derinliğindeki değişimler bu dönemde bir hareketin olduğunu ve suyun hareket sırasında kaçtığını göstermektedir. Daha sonra 14.05.2004 tarihinden itibaren tekrar yeraltısuyu seviyesi 10.73 m’ ye yükselmiş ve normal düşme hızına ulaşmıştır (Şekil 5.12.a.).

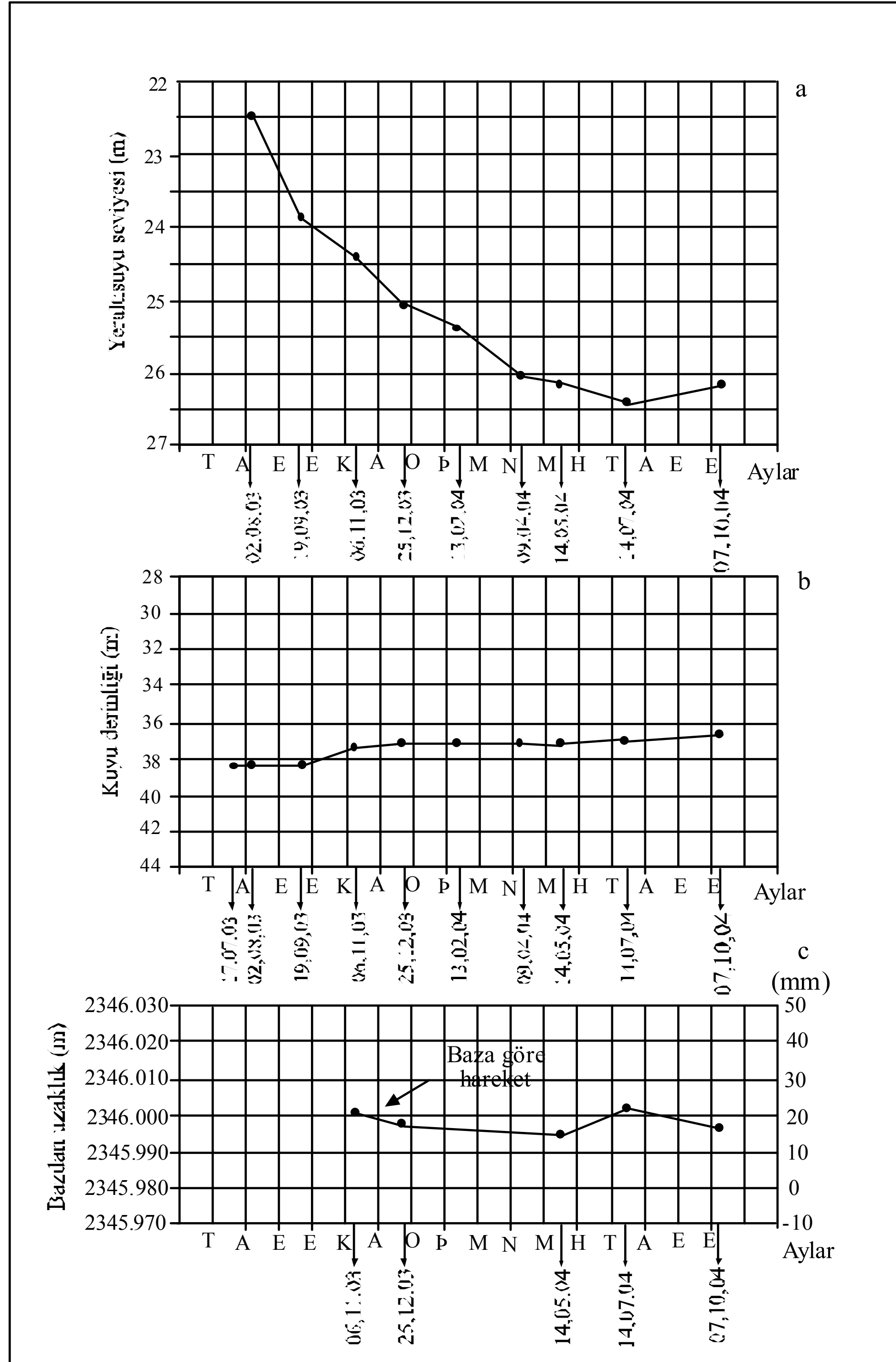
S2 no.lu kuyuda yeraltısuyu seviyesi 02.08.2003 tarihinde 22.50 m iken 07.10.2004 tarihinde 26.19 m’ ye düşmüştür. Toplam düşme 3.97 m’ dir (Şekil 5.13.a.). 14.07.2004 tarihine kadar devamlı düşme görülmesine karşılık bu tarihten sonra 07.10.2004 tarihine kadar 0.28 m’ lik artış gözlenmiştir.

S3 no.lu kuyudaki yeraltısuyu seviyesi 02.08.2003 tarihinde 9.08 m’ dir ve en yüksek seviyesindedir. En düşük seviyesi 13.02.2004 tarihinde 9.75 m’ dir. 07 Ekim 2004 tarihindeki ölçümde ise yeraltısuyu seviyesi 9.50 m’ dir (Şekil 5.14.a.). S3 nolu kuyudaki 09 Nisan 2004 tarihindeki 47 cm’ lik bir yükselmenin, Meşeli göletinden sızan sularla beslenmiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yükselme 0.67 m’ dir. En fazla yükselme 13.02.2004 ile 09.04.2004 tarhleri arasındadır. Bu yükselim, bilançoda görülen fazla suyun heyelan bölgesinde geçirimli birimlerden süzülmesinin yanında, Meşeli göletindeki süzülmeden de kaynaklanabilir.

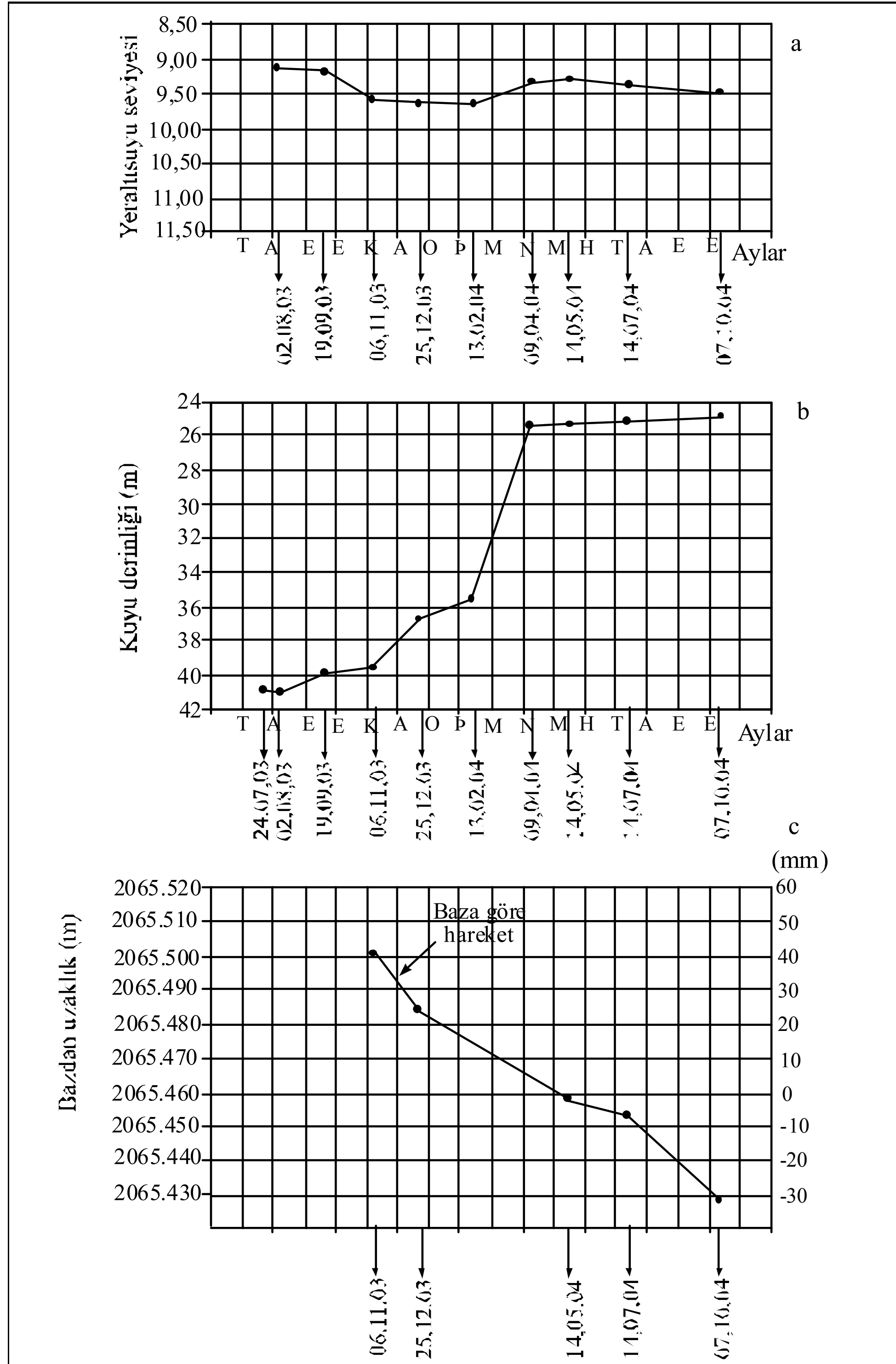
S4 no.lu kuyuda yeraltısuyu seviyesi, 02.08.2003 tarihindeki ilk ölçümde 24.00 m’ dir. Diğer ölçümlerde yükselmiş ve 07.10.2004 tarihinde 21.63 m’ ye ulaşmıştır (Şekil 5.15.a.). Yeraltısuyu seviyesindeki toplam yükselme 2.50 m’ dir. En fazla artış 09.04.2004 ile 14.05.2004 tarihleri arasında olmuş ve toplam 0.86 m’ dir. Diğer kuyularda görülmeyen bu yükselme bilançodaki fazla sudan ve Meşeli göletinden sızan



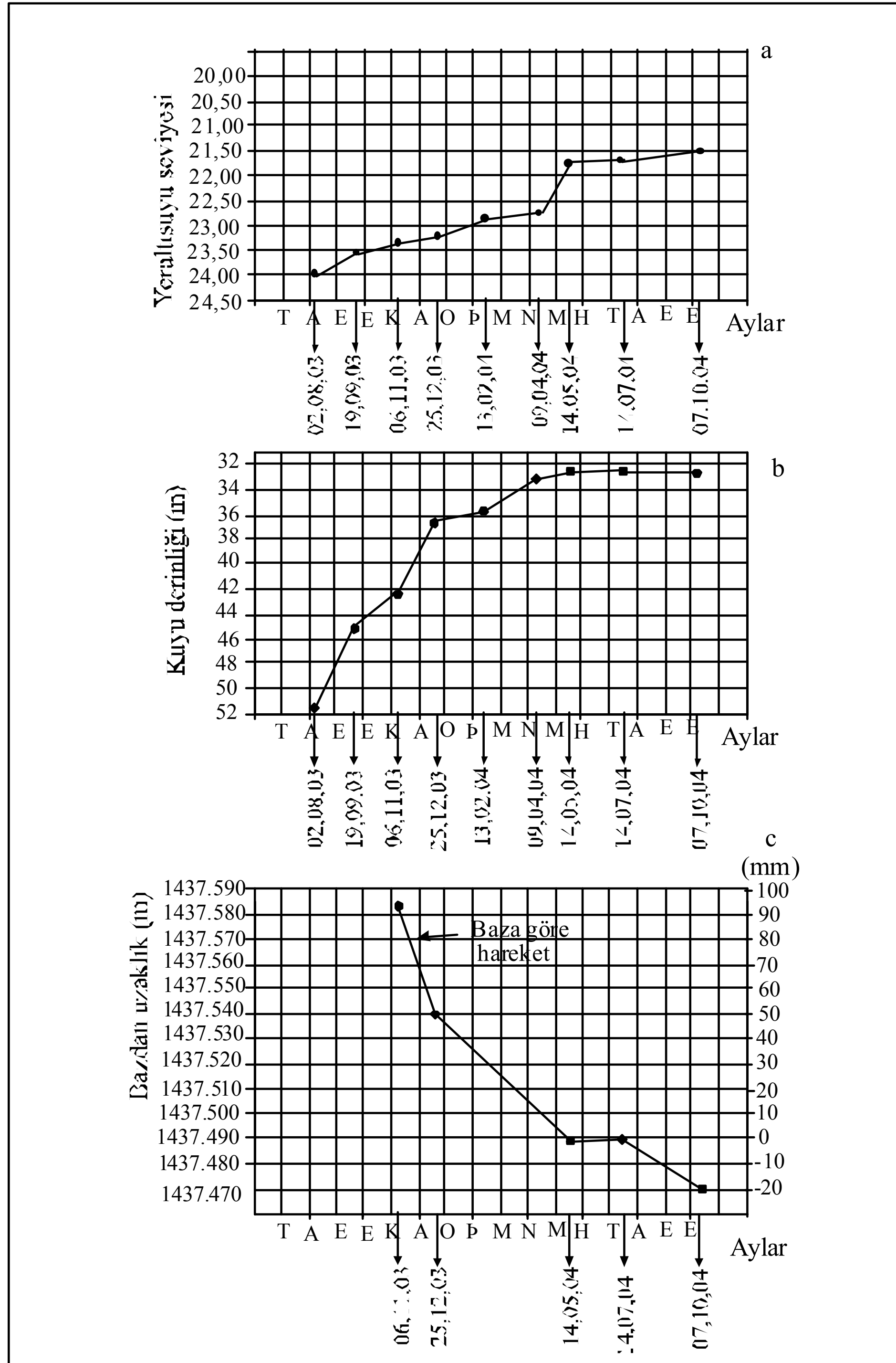
Şekil 5.12. S1 no.lu kuyudaki yeraltısuyu (a) ve derinlik değişimi (b) ile GPS ölçümlerine göre bazdan uzaklık miktarı (c)



Şekil 5.13. S2 no.lu kuyudaki yeraltısuyu (a) ve derinlik değişimi (b) ile GPS ölçümlerine göre bazdan uzaklık miktarı (c)



Şekil 5.14. S3 no.lu kuyudaki yeraltısuyu (a) ve derinlik değişimi (b) ile GPS ölçümlerine göre bazdan uzaklık miktarı (c)



Şekil 5.15. S4 no.lu kuyudaki yeraltısuyu (a) ve derinlik değişimi (b) ile GPS ölçümlerine göre bazdan uzaklık miktarı (c)

suların S4 nolu sondaj yerine bu tarihte ulaşmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

S5 no.lu kuyuda yeraltısuyu seviyesi 11.82 m ile 12.10 m arasında değişmektedir. Başlangıçta 11.95 m olan seviye 14.05.2004 tarihinde en yüksek değer olan 11.82 m' dir. 14.07.2004 tarihinde en yüksek değere ulaşır ve 12.10 m' dir (Şekil 5.16.a.).

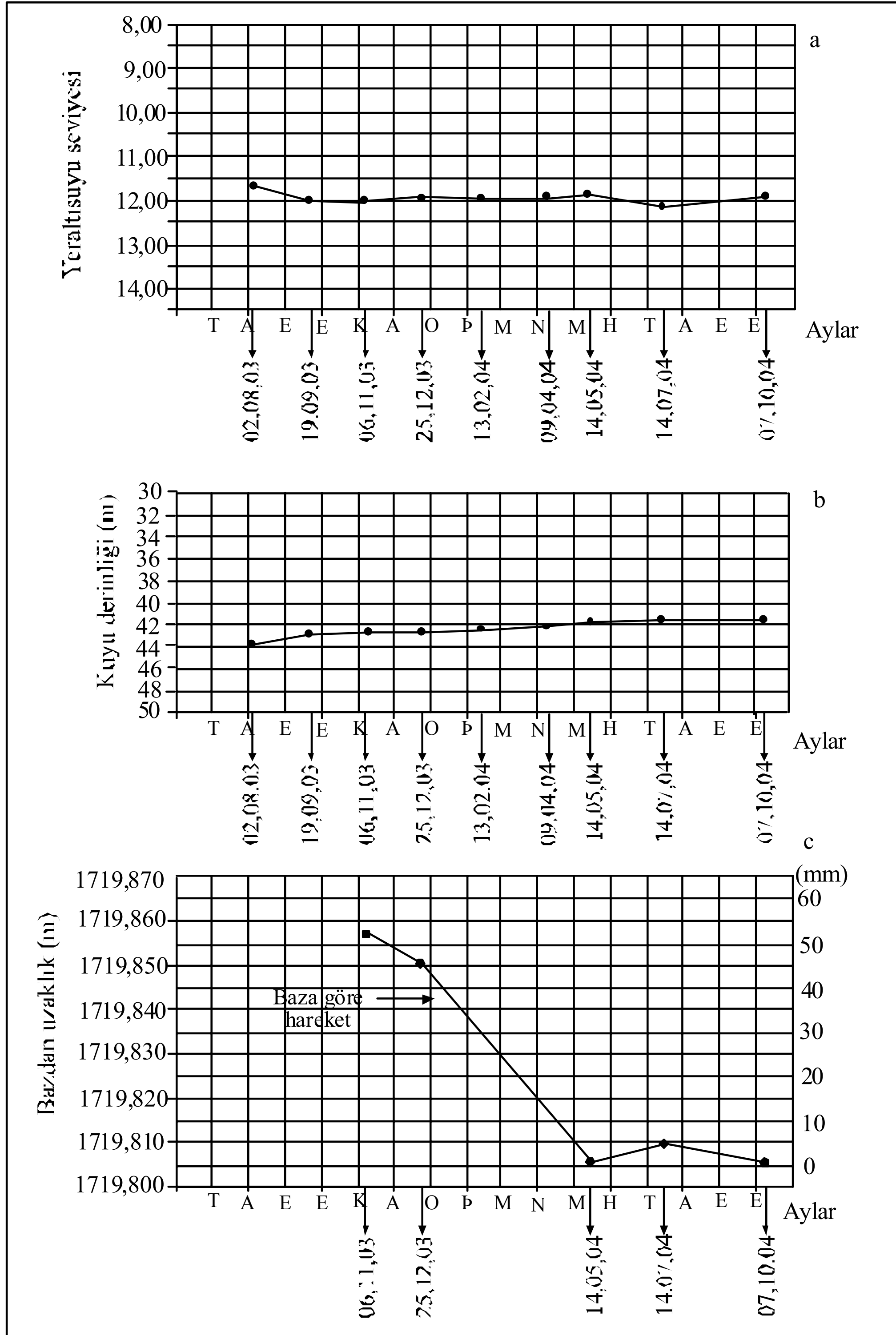
S6 no.lu kuyuda yeraltısuyu seviyesi 1.70 m ile 2.10 m arasında değişmektedir. 02.08.2003 tarihinde 2.10 m' dir. 19 Eylül 2003 tarihinde 0.62 m yükselmiş ve 1.97 m olmuştur. Bundan sonraki aylarda yapılan ölçümlerde yeraltı su seviyesi düşmüş ve 07 Ekim 2004 tarihinde 1.94 m olarak ölçülmüştür (Şekil 5.17.a.). En yüksek seviyesi 13.02.2004 tarihinde 1.70 m' dir.

5.3.1.2. Kuyu derinliğinin değişimi

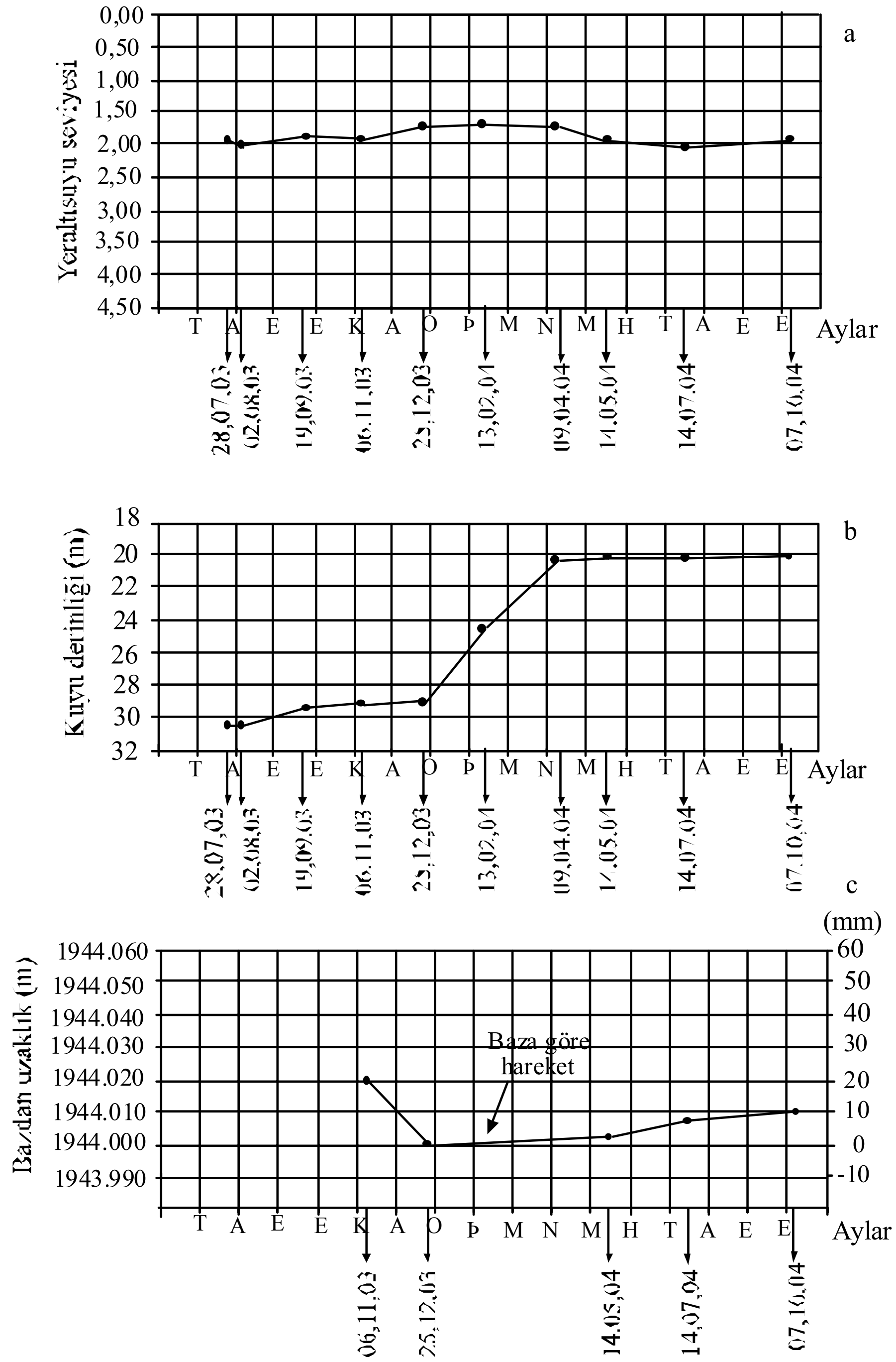
Sondaj kuyularının derinliğinin 02.08.2003 ile 07.10.2004 tarihleri arasındaki değişimleri Çizelge 5.3.' de verilmiştir.

Çizelge 5.3. S1-S6 no.lu sondaj kuyularındaki derinliğin tarihlere göre değişimi.

Sondaj no	Ölçüm Tarihleri								
	2.8.03	19.9.03	06.11.03	25.12.03	13.02.04	9.04.04	14.05.04	14.07.04	7.10.04
S1	45.25	45.29	44.50	44.27	42.15	31.06	31.06	31.04	31.48
S2	38.07	38.05	37.60	37.04	37.05	37.06	37.00	36.98	36.90
S3	40.95	39.98	39.44	36.30	35.73	25.50	25.40	25.30	25.10
S4	51.95	45.30	42.77	36.30	35.82	32.75	32.50	32.55	32.55
S5	43.95	43.00	42.30	42.27	42.10	42.05	41.98	41.75	41.73
S6	30.05	29.37	29.20	29.05	24.48	20.16	20.04	20.05	20.02



Şekil 5.16 S5no.lu kuyudaki yeraltısuyu (a) ve derinlik değişimi (b) ile GPS ölçümlerine göre bazdan uzaklık miktarı (c)



Şekil 5.17S6o.lu kuyudaki yeraltısuyu (a) ve derinlik değişimi (b) ile GPS ölçümlerine göre bazdan uzaklık miktarı (c)

Yulaf çukurunda açılan S1 no.lu sondajın derinliği, sondaj bitiminde 45.13 m’ dir. 13 Şubat 2004 tarihine kadar kuyu tabanındaki siltlenmeye bağlı olarak 42.15 m’ ye yükselmiştir. 13.02.2004 ile 09.04.2004 tarihleri arasında 31.06 m’ ye yükselmiş olup, bu derinlikte bir hareketin olduğu ve kaymanın meydana geldiği açıkça görülmektedir (Şekil 5.12.b.).

S2 no.lu sondajda, sondaj bitiminde 38.08 m olan kuyu derinliğinde ölçümler boyunca toplam 1.1 m’ lik azalma gözlenmiştir (Şekil 5.13.b.). Bu azalma, kuyu tabanındaki siltlenme ile açıklanabilir. S2 nolu kuyuda kayma gözlenmemiştir. Kaymanın kuyunun ulaşamadığı derinliklerde olduğu sonucuna varılmıştır.

A-A’ mühendislik jeolojisi kesitindeki esas heyelanın topuğa yakın kesimindeki S3 no.lu sondajın derinliği 40.95 m’ dir. Sondaj bitiminden 13 Şubat 2004 tarihine kadar toplam 5.22 m’ lik azalma gözlenirken 09 Nisan 2004 tarihindeki ölçümde 11.05 m’ lik bir azalma ile kuyu derinliği 25.50 m’ ye düşmüştür. Ölçümler boyunca S3 nolu sondajda kuyu derinliğinde toplam 15.65 m’ lik azalma söz konusudur (Şekil 5.14.b.). Kuyuda 35.70 m’ de kaymanın meydana geldiği anlaşılmaktadır.

B-B’ mühendislik jeolojisi kesitindeki S4 no.lu kuyuda sondaj bitiminde 51.95 m olan kuyu derinliği 09 Nisan 2004 tarihine kadar kademeli olarak 19.2 m düşüş göstermiştir. 02.08.2003, 06.11.2003 ve 13.02.2004 tarihlerinde kuyu derinliğindeki değişimler kayma hareketini göstermektedir. Bundan sonraki ölçümlerde çok belirgin bir değişim gözlenmemiştir ve 07 Ekim 2004 tarihinde derinlik 32.50 m’ dir (Şekil 5.15.b.).

S5 no.lu sondajda kuyu derinliği sondaj bitiminde 43.95 m iken 07.10.2004’ de 41.70 m oluduğu ve kayma yüzeyinin yaklaşık 42.50 m. den geçtiği tahmin edilmektedir (Şekil 5.16.b.).

B-B’ kesitindeki heyelanın çökme bölgesinde yapılan S6 no.lu sondajda kuyu derinliği sondaj bitiminde 30.05 m’ dir. 25 Aralık 2003’ e kadar kayda değer bir azalma yoktur.

Ancak 13.02.2004 ile 09.04.2004 tarihleri arasında 9.21 m' lik düşme belirlenmiştir. Bundan sonraki ölçümlerde yaklaşık aynı kalan kuyu derinliği 07 Ekim 2004 tarihinde 20.02 m olarak ölçülmüştür (Şekil 5.17.b.). S6 no.lu kuyuda kaymanın 29.05 m ve 24.48 m derinlikler arasında meydana geldiği görülmektedir.

5.3.2. GPS ile baz noktasına göre yapılan ölçümler

Yeşilırmağın güneyinde, Kuzey Anadolu Fayı' ndan ve heyelandan etkilenmediği düşünülen B baz noktası ile S1-S6 no.lu sondaj noktalarının başlıkları esas alınarak hareket miktarı 06.11.2003 ile 07.10.2004 tarihleri arasında GPS ölçümleri ile yapılmıştır. Elde edilen ölçüler Çizelge 5.4.' de verilmiştir. Bazdan uzaklığın zamana bağlı değişimleri Şekil 5.12.c.-Şekil 5.17.c.' de verilmiştir.

GPS ölçümlerine göre S1 no.lu kuyu başı ile baz noktası arasında 06 Kasım 2003 ile 14 Mayıs 2004 tarihleri arasında yaklaşma olduğu ve 14 Mayıs 2004 ile 14 Temmuz 2004 tarihleri arasında ise yaklaşık 3.0 cm' lik bir uzaklaşma belirlenmiştir. S1 no.lu kuyuda 06.11.2003 ile 07.10.2004 tarhleri arasında toplam 2.0 cm güneye doğru hareket olduğu ölçülmüştür. Ancak bu değer GPS ölçümlerinde hata payı içerisinde kabul edilebilir (Şekil 5.12.c.).

S2 no.lu kuyuda toplam hareket -0.3 cm' lik uzaklaşma şeklinde olmuştur ve hata payı içerisindedir (Şekil 5.13.c.).

S3 no.lu kuyuda bütün ölçümler boyunca baz noktasına doğru yaklaşma yani güneye doğru hareket belirlenmiştir. Bu kuyudaki toplam hareket yaklaşık 7.3 cm' dir (Şekil 5.14.c.).

S4 no.lu kuyuda bütün ölçümlerde baz noktasına doğru bir yaklaşma gözlenmiştir ve bu kuyudaki toplam hareket miktarı yaklaşık 11.4 cm' dir (Şekil 5.15.c.).

S5 no.lu kuyuda toplam hareket miktarı 2.5 cm' dir ve hata payı içerisindedir (Şekil 5.16.c.).

S6 no.lu kuyuda toplam hareket -0.9 cm' lik uzaklaşma şeklindedir ve hata payı sınırları içerisindedir (Şekil 5.17.c.).

GPS aletinin hata payının her ölçüm için ± 0.5 cm olduğu bilindiğine göre beş ölçüm için bu hata payı ± 2.5 cm olacaktır. Ölçümler sonucunda S1, S2, ve S6 no.lu kuyulardaki toplam hareketlerin hata payı içinde olması nedeni ile bu kuyularda bir hareket olduğunu söylemek güçtür. A-A' kesit hattı üzerinde S3 no.lu kuyuda toplam hareket miktarı hata payı sınırları içinde en az 4.8 cm ile en fazla 9.8 cm arasında olmuştur. B-B' kesit hattı üzerinde S5 no.lu kuyuda toplam hareket en az 3.1 cm, en fazla 8.1 cm ve S4 no.lu kuyuda toplam hareket en az 8.9 cm, en fazla 13.9 cm olmuştur. S1 ve S6 no.lu sondajlarda kuyu içindeki ölçümlerde sapmaların olduğu belirlenmiş ancak hareket miktarı GPS ile ölçülememiştir.

S1 no.lu kuyudaki 33 mm' lik, S5 no.lu kuyudaki 55 mm' lik ve S6 no.lu kuyudaki 22 mm' lik geriye dönüşlerin, GPS ölçüm hata payından veya küçük heyelanların dairesel tip kaymayla meydana geldiği gözönüne alındığında bu dönemdeki hareket sırasında kuyulardaki hareket yönüne ters yönde eğilmeler ile açıklanabilir. S5 no.lu sondaj kuyusunun hemen yanındaki yol üzerindeki elektrik direğinde heyelanın hareket yönüne ters yönde, kuzeye doğru düşeyden sapmaların olduğu arazi incelemeleri sırasında gözlenmiştir.

Çizelge 5.4. GPS ölçümlerine göre S1-S6 no.lu sondaj noktalarının B baz noktasına uzaklığının değişimi ve farklar.

Sondaj no	Bazdan uzaklık (m)					Farklar (cm)				
	06.11.2003	25.12.2003	14.05.2004	14.07.2004	07.10.2004	Kas.-Aral.	Aral.-May.	May.-Tem.	Tem-Ek.	Toplam
S1	3050.434	3050.423	3050.388	3050.397	3050.391	1.1	3.5	-0.9	0.6	4.3
S2	2346.003	2345.997	2345.995	2346.003	2345.996	0.6	0.2	-0.8	0.7	0.7
S3	2065.501	2065.484	2065.458	2065.453	2065.428	1.7	2.6	0.5	2.5	7.3
S4	1437.584	1437.540	1437.489	1437.490	1437.470	4.4	5.1	-1	2.9	11.4
S5	1719.857	1719.851	1719.806	1719.810	1719.801	0.6	4.5	-0.4	0.9	5.6
S6	1944.020	1944.005	1944.003	1944.008	1944.010	1.5	0.23	-0.5	-0.2	1.03

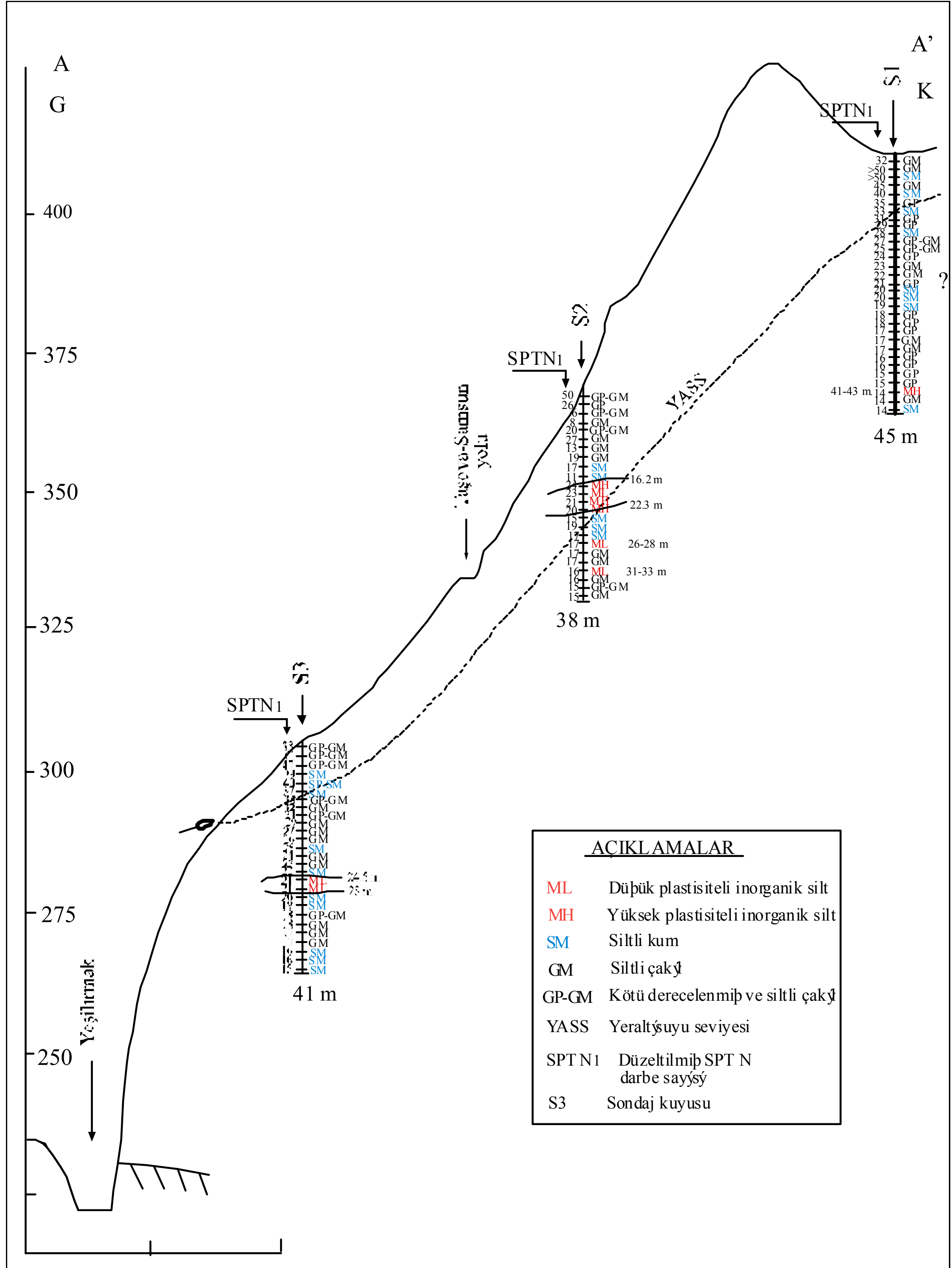
Ancak GPS aletinin sürekli olarak gözlem noktalarında sabit bulunmaması nedeni ile hata paylarının olabileceği gözden uzak tutulmamalıdır.

5.4. Jeoteknik Özellikler ve Değerlendirmeler

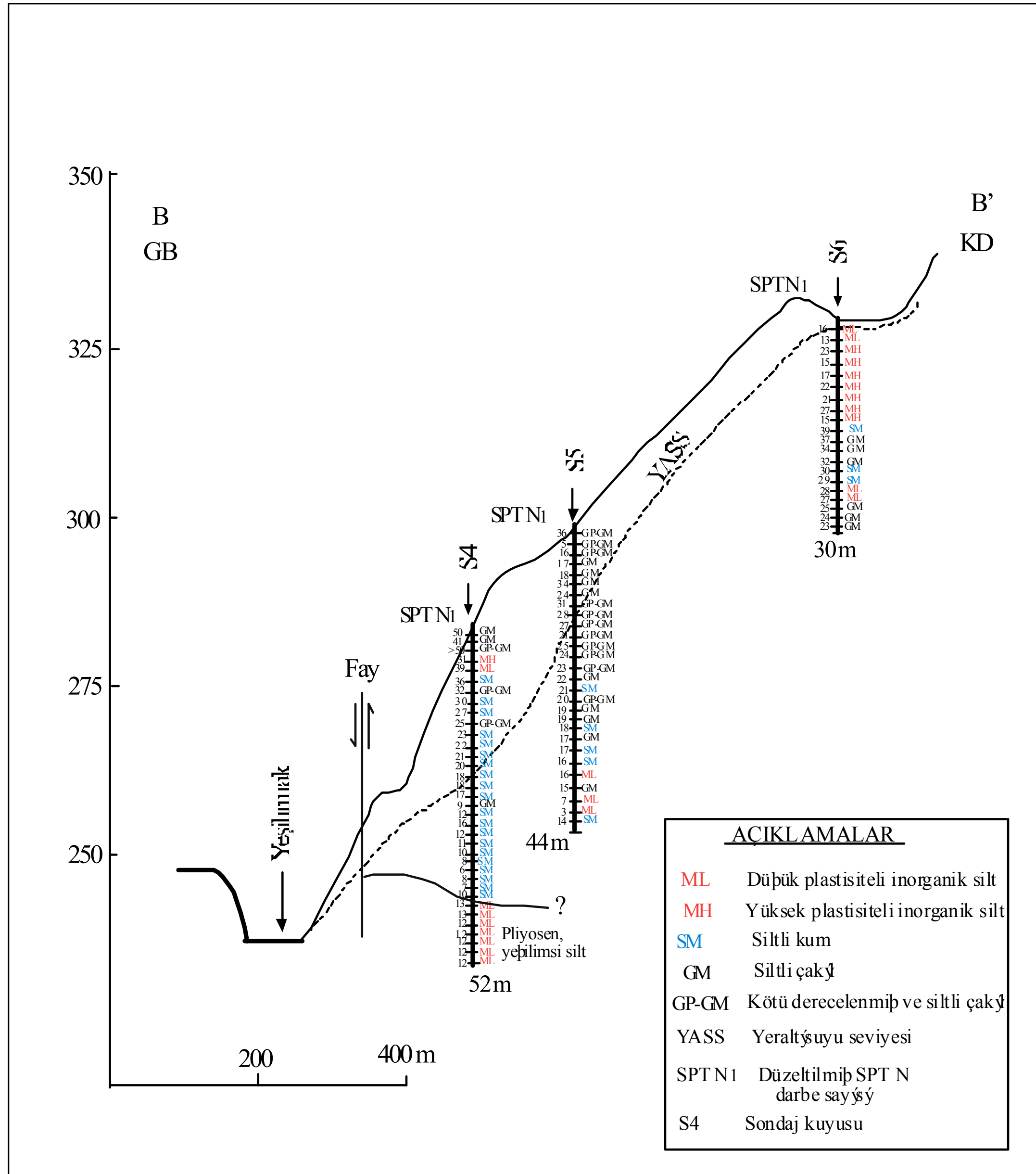
Jeoteknik amaçlı sondajlardan ve araştırma çukurlarından alınan örnekler laboratuvarda incelenmiş ve Birleşik Zemin Sınıflama Sistemine göre sınıflandırılmıştır (TS ENV 1997). S1-S6 nolu sondajlarda gözlenen kayan kütle içerisinde, kötü dereceli çakıl (GP), iyi dereceli çakıl (GW), siltli çakıl (GM), kötü dereceli kum (SP), iyi dereceli kum (SW), siltli kum (SM) ile bunlar arasında ince tabakalar halinde kahverenkli, düşük plastisiteli inorganik silt (ML) ile yüksek plastisiteli inorganik silt (MH) bulunmaktadır. Bu birimlerle kayma yüzeyinin altında S4 no.lu sondajda 43.0 m' de, S13-02 no.lu sondajda 7.80 m' de ve S14-02 no.lu sondajda 14.60 m' de kesilen yeşilimsi, düşük plastisiteli inorganik silt (ML) bulunmaktadır. S1-S3 no.lu sondajlarda kesilen zeminler, SPT-N_1 darbe sayıları, zemin sınıfları ve yeraltısuyu seviyesi Şekil 5.18.' deki A-A' jeoteknik kesitinde verilmiştir. S4-S6 no.lu sondajlarda kesilen zeminler, SPT-N_1 darbe sayıları, zemin sınıfları ve yeraltısuyu seviyesi Şekil 5.19.' daki B-B' jeoteknik kesitinde verilmiştir.

İnceleme alanındaki zeminler; GP-GW-GM, SP-SW-SM, kahverenkli ML-MH ve yeşilimsi ML türü olarak dört guruba ayrılmış olup bu zemin guruplarının jeoteknik özelliklerinin en az, en çok ve ortalama değerleri sırası ile Çizelge 5.5., Çizelge 5.6., Çizelge 5.7. ve Çizelge 5.8.' de verilmiştir.

GP-GW-GM türü zeminlerin; ω_n değerleri % 4 ile % 28 arasında, γ_n değerleri 16.25 kN/m^3 ile 21.50 kN/m^3 arasında, γ_s değerleri 17.80 kN/m^3 ile 18.60 kN/m^3 arasında ve gözenekliliği % 37 ile % 43 arasında değişmektedir. 4 no.lu elek üstü % 41 ile % 81



Şekil 5.18. Taşova heyelanı A-A' jeoteknik kesiti



Şekil 5.19. Taşova heyelanı B-B’ jeoteknik kesiti

arasında ve 200 no.lu elek altı % 4 ile % 42 arasında değişmektedir. SPT-N_1 darbe sayıları 6 ile >50 arasındadır.

Çizelge 5.5. S1-S6 no.lu sondajlarda kesilen GP-GW-GM türü zeminlerin jeoteknik özelliklerinin en az, en çok ve ortalama değerleri

Özellikler	Örnek sayısı	GP-GW-GM		
		En az	En çok	Ort
Doğal su içeriği (ω_n) %	84	4	28	11
Birim hacim ağırlığı (γ_n) kN/m^3	12	16,25	21,50	20,20
Kuru birim hacim ağ. (γ_s) kN/m^3	12	17,80	18,60	18,20
Batık birim hacim ağ. (γ') kN/m^3	12	11,50	13,72	12,61
Gözeneklilik (n) %	15	37	43	40
4 nolu elek üstü %	84	41	81	69
200 nolu elek altı %	84	4	42	16
Uniformluluk katsayısı (c_u)	24	39,30	85,70	88,50
Eğrilik katsayısı (c_c)	24	0,07	27,50	2,80
Gözeneklilik (n) %	15	37	43	40
SPT-N_1	84	6	>50	32

Çizelge 5.6. S1-S6 no.lu sondajlardan alınan SP-SW-SM türü zeminlerin jeoteknik özelliklerinin en az, en çok ve ortalama değerleri

Özellikler	Örnek sayısı	SP-SW-SM		
		En az	En çok	Ort
Doğal su içeriği (ω_n) %	51	5	17	11
Birim hacim ağırlığı(γ_n) kN/m^3	13	16,10	20,85	18,90
Kuru birim hacim ağ.(γ_s) kN/m^3	13	15,42	18,62	17,02
Batık birim hacim ağ.(γ') kN/m^3	13	10,52	12,34	11,43
4 nolu elek üstü %	51	3	43	27
200 nolu elek altı %	51	10	42	19
Uniformluluk katsayısı (c_u)	1	86,70	86,70	86,70
Eğrilik katsayısı (c_c)	1	0,70	0,70	0,70
Gözeneklilik (n) %	20	35	43	41
SPT-N_1	51	6	>50	48

SP-SW-SM türü zeminlerin ω_n değerleri % 5 ile % 17 arasında değişmektedir. γ_n değerleri 16.10 kN/m^3 ile 20.85 kN/m^3 arasında, γ_s değerleri 15.42 kN/m^3 ile 18.62

kN/m^3 arasında değişmektedir. 4 no.lu elek üstü % 3 ile % 43 arasında, 200 no.lu elek altı % 10 ile % 42 arasındadır. SPT-N_1 darbe sayıları 6 ile >50 arasında, n değerleri ise % 35 ile % 43 arasında değişmektedir.

Çizelge 5.7. S1-S6 no.lu sondajlardan alınan kahverenkli ML-MH türü zeminlerin jeoteknik özelliklerinin en az, en çok ve ortalama değerleri

Özellikler	Örnek sayısı	ML-MH		
		En az	En çok	Ort
Doğal su içeriği (ω_n) %	29	6	31	23
Birim hacim ağırlığı (γ_n) kN/m^3	4	17,80	18,00	17,93
Kuru birim hacim ağ. (γ_s) kN/m^3	4	13,69	14,21	13,80
Doygun birim hacim ağ. (γ')kN/m^3	4	17,80	18,42	18,01
Likit Limit (LL) %	29	31	79	50
Plastik Limit (PL) %	29	26	43	31
Plastisite İndisi (PI) %	29	8	36	18
4 nolu elek üstü %	29	0	20	2
200 nolu elek altı %	29	52	95	80
Kohezyon (c_p) kN/m^2	5	11	18	15
İçsel sürtünme açısı (ϕ_p)^o	5	19	22	20
Kohezyon (c_r) kN/m^2	5	8	12	11
İçsel sürtünme açısı (ϕ_r)^o	5	16	19	17
Likidite İndisi (LI) %	29	-2,73	-0,05	-1,07
Kıvam İndisi (K) %	29	0,69	4,1	2,26
Gözeneklilik (n) %	5	32	45	43
SPT-N_1	29	8	>50	40

S1-S6 no.lu sondajlardaki kahverenkli, ML-MH türü zeminlerin ω_n değerleri % 6 ile % 31 arasında değişmektedir. γ_n değerleri 17.80 kN/m^3 ile 18.00 kN/m^3 arasında, γ_s değerleri 13.69 kN/m^3 ile 14.21 kN/m^3 arasında değişmektedir. γ_d değerleri 17.80 kN/m^3 ile 18.42 kN/m^3 arasında değişmektedir. LL % 31 ile % 79, PL % 26 ile % 43, PI % 8 ile % 36 arasında değişmektedir. PI değerlerine göre "az plastik-plastik" dir. 4 no.lu elek üstü % 0 ile % 20 arasında, 200 no.lu elek altı % 52 ile % 95 arasındadır. Makaslama deneyi sonuçlarından elde edilen c_p 11 kN/m^2 ile 18 kN/m^2 arasında, ϕ_p 19^0 ile 22^o arasında değişmektedir. c_r 8 kN/m^2 ile 12 kN/m^2 arasında, ϕ_r 16^o ile19^o arasında değişmektedir. LI değerleri % -2.73 ile % -0.05 arasındadır. LI' ne göre zeminin kıvamı

“katı” dır. K değerleri % 0.69 ile % 4.1 arasındadır. K değerlerine göre “plastik-sert ve katı” kıvamdadır. n değerleri; % 32 ile % 45 arasında ve SPT-N_1 darbe sayıları 8 ile >50 arasındadır ve “katı-sert” kıvamdadır.

Çizelge 5.8. S4 no.lu sondajdan alınan Pliyosen yaşlı yeşilimsi siltin (ML) jeoteknik özelliklerinin en az, en çok ve ortalama değerleri

Özellikler	Örnek sayısı	ML		
		En az	En çok	Ort
Doğal su içeriği (ω_n) %	7	13	16	14
Birim hacim ağırlığı (γ_n) kN/m^3	7	17.50	18.83	18.16
Likit Limit (LL) %	7	32	44	38
Plastik Limit (PL) %	7	25	30	28
Plastisite İndisi (PI) %	7	6	14	10
4 nolu elek üstü %	7	1	10	5
200 nolu elek altı %	7	61	85	68
Kohezyon (c_p) kN/m^2	5	25	28	26
İçsel sürtünme açısı (ϕ_p) ^{0}	5	8	14	10
Kohezyon (c_r) kN/m^2	5	21	24	23
İçsel sürtünme açısı (ϕ_r) ^{0}	5	5	9	7
Likidite İndisi (LI) %	7	-2.00	-1.18	-1.45
Kıvam İndisi (K) %	7	2.18	3.00	2.45
Gözeneklilik (n) %	7	36	47	43
SPT-N_1	7	>50	>50	>50

c_p, ϕ_p : Pik kohezyon ve içsel sürtünme açısı
c_r, ϕ_r : Rezidüel kohezyon ve içsel sürtünme açısı

S4 no.lu sondajdaki yeşilimsi ML türü zeminlerin ω_n değerleri %13 ile %16 arasında değişmektedir. γ_n değerleri 17.50 kN/m^3 ile 18.83 kN/m^3 arasında, γ_s değerleri 13.69 kN/m^3 ile 14.21 kN/m^3 arasında değişmektedir. γ_d değerleri 17.80 kN/m^3 ile 18.42 kN/m^3 arasında değişmektedir. LL % 32 ile % 44, PL % 25 ile %30, PI % 6 ile % 14 arasında değişmektedir. PI değerlerine göre zemin “az plastik” derecesindedir. 4 no.lu elek üstü % 1 ile % 10 arasında, 200 no.lu elek altı % 61 ile % 85 arasındadır. Makaslama deneyi sonuçlarından elde edilen c_p 25 kN/m^2 ile 28 kN/m^2 arasında değişmektedir. ϕ_r en düşük değeri 5^{0}’ dir. c_r 21 kN/m^2 ile 24 kN/m^2 arasındadır. LI değerleri % -2.00 ile % -1.18 arasında K değerleri % 2.18 ile % 3.00 arasındadır. LI

değerlerine göre zeminin kıvamı “katı” dır. K değerlerine göre zeminin kıvamı “katı” dır. n değerleri % 36 ile % 47 arasında ve SPT-N_1 darbe >50’ dir ve “sert” kıvamdadır.

S1 no.lu kuyuda GP, GM ve GP-GM hakimdir. Bunların arasında 1.50 m ile 3.10 m arasında değişen kalınlıkta ve farklı derinliklerde SM bulunmaktadır. Ayrıca, 42.00 m ile 43.50 m ler arasında kahverenkli MH kesilmiştir. Yeraltısuyu seviyesi 10.55 m ile 11.78 m arasında değişmektedir (Şekil 5.18.).

S2 no.lu kuyuda; yüzeyden 13.50 m. derinliğe kadar, 27.50-31.50 m arasında ve 33.00 m’ den kuyu sonuna kadar GM, GP-GM ve GP mevcuttur. Bunların arasında 16.20 m ile 22.3 m’ ler arasında, 25.5 m ile 27.8 m’ ler arasında ve 30.6 m ile 32.5 m’ ler arasında kahverenkli ML-MH kesilmiştir. 2.00 m ile 3.00 m arasında değişen kalınlıkta ve farklı derinliklerde SM bulunmaktadır. Yeraltısuyu seviyesi 22.50 m ile 26.47 m arasında değişmektedir (Şekil 5.18.).

S3 no.lu kuyuda hakim birimler GP-GM, GM, GP, SM, SP-SM ve ML’ dir. Yüzeyden itibaren 6.00 m’ ye kadar ve 10.40 m’ den 22.63 m’ ye kadar, 31.50 m’ den 37.00 m’ye kadar GP-GM, GM, GP türü zeminler kesilmiştir. SM, SP-SM kalınlığı 0.50 m ile 3.50 m arasında değişmektedir. 24.50 m ile 28.0 m’ ler arasında SPTN_1 darbe sayısı 21 olan kahverenkli ML türü zemin bulunmaktadır. Bu kuyudaki sapmanın en fazla olduğu derinlik Şekil.5.9b’ de görüldüğü gibi yaklaşık 25.0 m dir (Çizelge 6.1.). S3 nolu kuyuda yeraltısuyu seviyesi 9.09 m ile 9.75 m arasında değişmekte ve yaklaşık 290 m kotlarından kaynaklar boşalmaktadır (Şekil 5.18.).

S4 no.lu kuyuda SM, ML, GM, GP-GM, ve MH türü zeminler hakimdir. 16.50 m ile 42.45 m’ ler arasında SM kesilmiştir. SM türü zeminin 33.0 m ile 42.45 m arasındaki SPTN_1 darbe sayısı 6-10 arasında değişmektedir ve kuyu içi ölçümlerinde sapmanın bu derinliklerde gözlenmiştir (Şekil.5.4. ve Çizelge6.1.). 42.45 m’ den kuyu sonuna kadar yeşilimsi ML grubu silt kesilmiştir. Yeraltısuyu seviyesi 21.50 m ile 24.00 m arasında değişmekte ve boşalım alüvyondan Yeşilırmağa olmaktadır (Şekil 5.19.).

S5 no.lu kuyuda genel olarak GP-GM türü zemin hakimdir. Kalınlığı 0.50 m ile 1.0 m arasında değişen SM bulunmaktadır. 35.00 m ile 43.00 m arası $SPTN_1$ darbe sayısı 3-16 arasında değişen kahverenkli ML türü zemin bulunmaktadır. Bu kuyudaki sapmanın en fazla olduğu derinlik Şekil.5.9b' de görüldüğü gibi yaklaşık 42.5 m dir (Şekil 5.4. ve Çizelge 6.1.). Kuyuda yeraltısuyu seviyesi 11.60 m ile 12.10 m arasında değişmektedir (Şekil 5.19.).

S6 no.lu kuyu yüzeyden itibaren 15.00 m' ye kadar kahverenkli ML-MH türü zemin kesilmiştir. 22.63 m ile 27.00 m arası yine kahverenkli ML kesilmiştir. Kalınlığı 4.00 m ile 4.50 m arasında değişen SM bulunmaktadır. Kuyu içi ölçümlerde sapmanın 20.16 m olduğu gözlenmiştir. Yeraltısuyu seviyesi 1.70 m ile 2.10 m arasında değişmektedir (Şekil 5.19.).

6. ŞEV DURAYLILIK ANALİZLERİ

İnceleme alanındaki heyelanlar; ardışıklı dairesel ve çoklu dairesel kayma şeklinde gelişmektedir. S1 ve S6 numaralı sondajlarda kuyu içi ölçümlerde sapmalar ile S3, S4 ve S5 no.lu sondajlardaki sapmalar ve GPS ölçümlerindeki hareketler düzlemsel olmayan kaymayı işaret etmektedir. İkincil heyelanların topuğundaki dairesel kayma ile dairesel olmayan kaymalar çakıl ve kum içerisindeki yeraltısuyu seviyesi altında bulunan bant ve tabaka halindeki kahverenkli ML içerisinde ve tabandaki yeşilimsi silt seviyeleri üzerinde taban kayması şeklinde gelişmiştir. Dairesel ve dairesel olmayan kaymalar için duraylılık analizleri aşağıda açıklanmıştır.

6.1. Dairesel Kayma Yüzeyi İçin Duraylılık Analizi

S1-S6 no.'lu sondajlardan elde edilen veriler yardımıyla her kuyu için kayma yüzeyinin yaklaşık derinlikleri belirlenmiş ve Çizelge 6.1.' de verilmiştir. S1, S2, S3 no.lu sondajlardan geçen A-A' ve S4, S5, S6 no.'lu sondajlardan geçen B-B' kesit hatları boyunca Civilserve GMBH DP GGU-Stability programı ile DIN 4084-100 ve EC7 standardında statik ve dinamik koşullar için duraylılık analizleri yapılmıştır.

Çalışma sırasında yamaçlarda duraysızlığın devam etmekte olduğu dikkati çekmiştir. Mevcut veriler açısından bu duraysızlıkların geri dönük analizi yapılarak kayma sırasında yenilme yüzeyi boyunca etkiyen makaslama dayanımının pik veya rezidüel değerlerde olup olmadığı saptanamamıştır. Bununla birlikte kaymanın devam ettiği dikkate alınarak, kayma yüzeyi boyunca dayanımda azalma olacağı ve bunun da rezidüel makaslama değerlerine yaklaşabileceği varsayılmıştır.

Analizlerde, alttaki yeşilimsi silt için, en düşük değerler olan rezidüel kohezyon (c_r) 21 kN/m^2 ve rezidüel içsel sürtünme açısı (ϕ_r) 5^{0}' dir. Üstteki kum ve çakıl için kayma dayanımı parametrelerinin seçiminde, bunlar içerisindeki bant ve mercek halinde bulunan kahverenkli siltin rezidüel kohezyonu (c_r) 8 kN/m^2 ve rezidüel içsel sürtünme

açısı (ϕ_r) 16^0' dir. Yeşilimsi siltin ortalama doygun birim hacim ağırlığı 18.16 kN/m^3' dür.

Çizelge 6.1. S1-S6 nolu sondajların derinlikleri, kayma yüzeyinin derinliği, kaymanın olduğu zemin gurubu ve yeraltısuyu seviyeleri değişimi

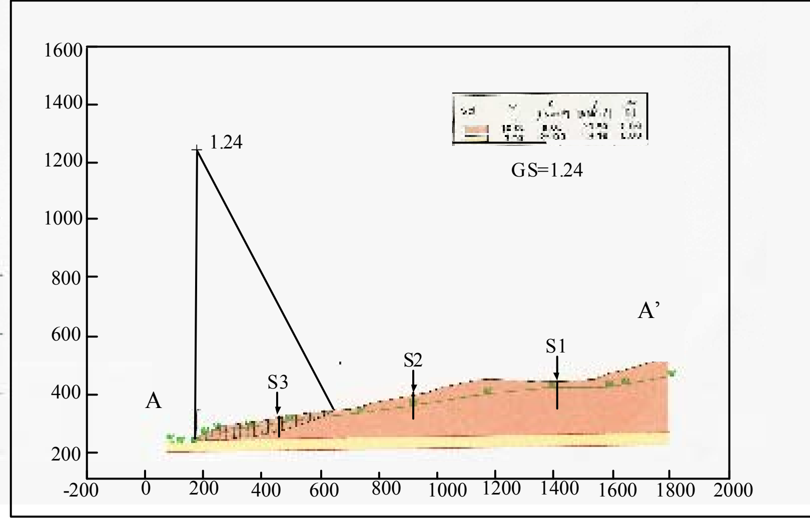
Sondaj Numarası	Tarih	Derinlik (m)	Kayma yüzeyi derinliği (m)	Zemin gurubu	YASS değişim aralığı (m)
S1	09.04.2004	45.0	31.0	SM	10.55-11.78
S2	09.04.2004	38.0	-	-	22.50-26.47
S3	09.04.2004	41.0	25.0	ML	9.19-9.75
S4	25.12.2003	52.0	33.0-42.45	SM	21.63-24.0
S5	19.09.2003	44.0	42.5	ML	10.80-12.10
S6	13.02.2004	30.0	20.16	SM	1.70-2.10

Duraylılık analizinde, topuk kısmındaki hareketin dairesel olduğu belirlenmiş ve Bishop (1955) dilim yöntemine göre analizi yapıldığında, A-A' ve B-B' kesit hatlarında topuğa yakın kesimlerdeki S3 ve S4 no.lu sondajlardan geçen kayma daireleri elde edilmiştir. A-A' kesitinde yapılan Bishop dilim yöntemine göre duraylılık analizinde statik koşul için GS=1.24 hesaplanmış ve elde edilen kayma dairesi Şekil 6.1.' de verilmiştir. İnceleme alanında yapılan duraylılık analizlerinde, DAD (1997) deprem yönetmeliğindeki yatay yer ivmeleri (a_h) alınmıştır.

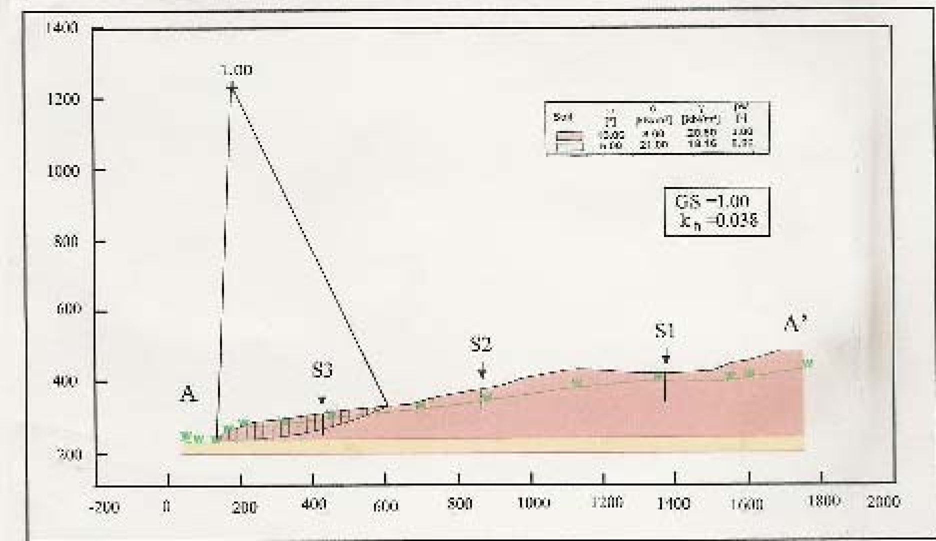
A-A' kesiti için farklı psödostatik katsayılara göre güvenlik katsayısının değişimi Çizelge 6.2.' de verilmiştir. GS' nın 1 olması için hesaplanan psödostatik katsayı (k_h) 0.038 dir (Şekil 6.2).

Çizelge 6.2. A-A' kesiti için farklı psödostatik katsayılar ile güvenlik katsayısının (GS) değişimi

k_h (g)	GS
Statik (k_h = 0)	1.24
0.01	1.17
0.02	1.10
0.03	1.04
0.04	0.99
0.038	1.00



Şekil 6.1. A-A' kesindeki statik koşulda GS' nın 1.24 olduğu kayma dairesi



Şekil 6.2. A-A' kesitnde dinamik koşulda GS' nın 1 olduğu kayma dairesi

Ayrıca, A-A' kesit hattında, Yeşilırmağın topuktan 5 m ve 10 m yük alması durumundaki duraylılık analizleri yapılmıştır. Topuğun 5 m aşınması durumunda yapılan duraylılık analizinde statik durumdaki güvenlik katsayısı 1.10 olarak elde edilmiştir. Dinamik koşullarda güvenlik katsayısının 1.00 olması için hesaplanan psödostatik katsayı (k_h) 0.02 dir.

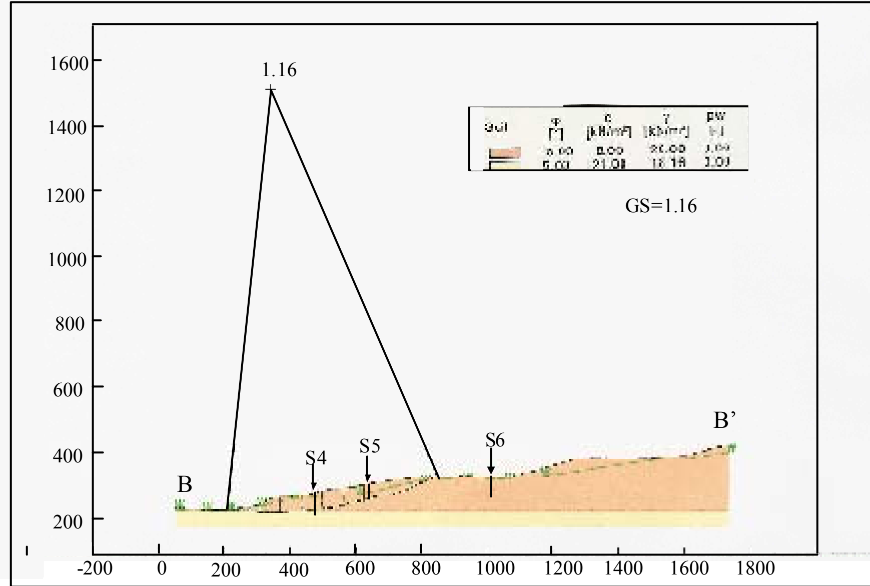
Topuğun 10 m aşınması durumunda statik durumda güvenlik katsayısı 1.01' dir. Dinamik koşullarda güvenlik katsayısının 1.00 olması için hesaplanan psödostatik katsayı (k_h) 0.003' dür.

B-B' kesitinde dairesel kayma için Bishop yöntemine göre yapılan duraylılık analizinde statik koşulda GS 1.16' dır ve elde edilen kayma dairesi Şekil 6.3.' de verilmiştir. GS' nın 1.00 olması için hesaplanan psödostatik katsayı (k_h) 0.023' dür (Şekil 6.4).

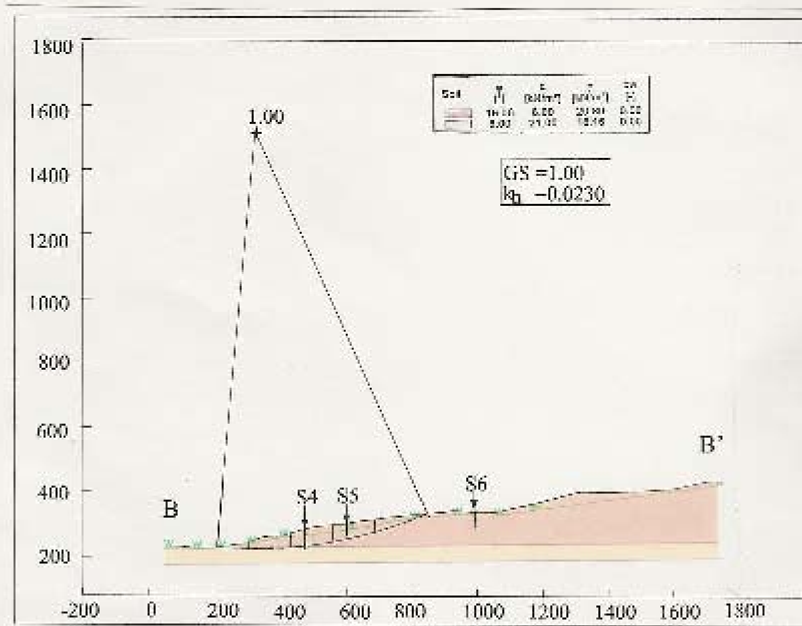
Çizelge 6.3. B-B' kesiti için farklı psödostatik katsayılar ile güvenlik katsayısının (GS) değişimi

k_h (g)	GS
Statik (k_h = 0)	1.16
0.01	1.09
0.02	1.02
0.03	0.96
0.04	0.91
0.023	1.00

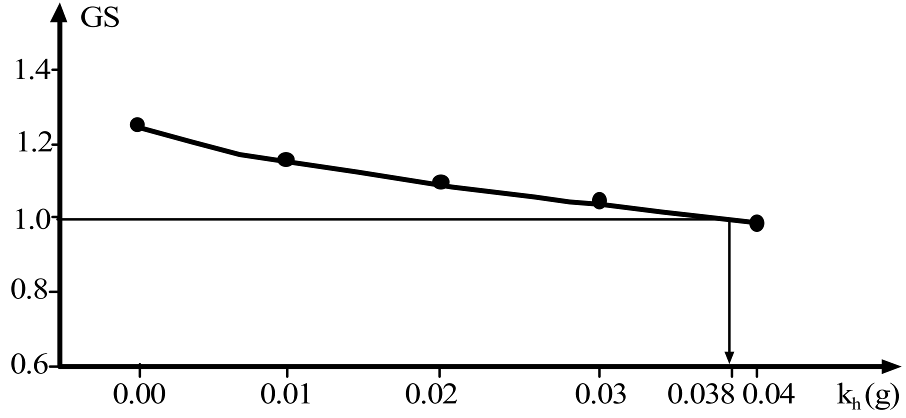
Bishop yöntemine göre yapılan duraylılık analiz sonuçlarına göre elde edilen güvenlik katsayıları ile psödostatik katsayılar arasındaki ilişki, A-A' kesiti için Şekil 6.5.' de ve B-B' kesiti için Şekil 6.6.' da gösterilmiştir. Bu şekiller üzerinde güvenlik katsayılarının 1.00 olması için elde edilen psödostatik katsayılar gösterilmiştir.



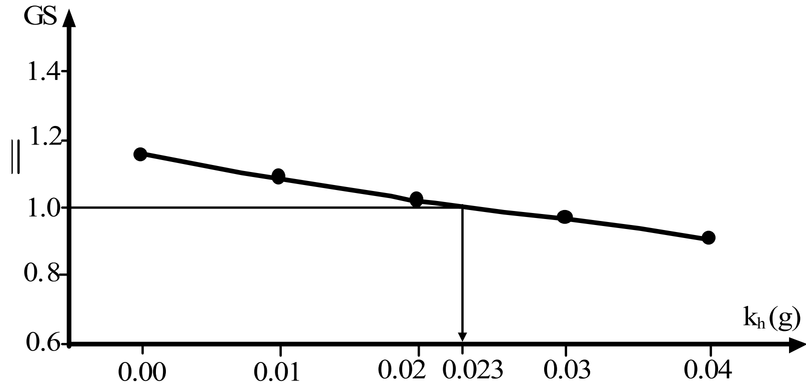
Şekil 6.3. B-B’ kesindeki statik koşulda GS’ nın 1.16 olduğu kayma dairesi



Şekil 6.4. B-B’ kesitnde dinamik koşulda GS’ nın 1 olduğu kayma dairesi



Şekil 6.5. A-A’ kesitindeki dairesel kaymaların GS-k_h ilişkisi



Şekil 6.6. B-B’ kesitindeki dairesel kaymaların GS-k_h ilişkisi

6.2. Dairesel Olmayan Kayma Yüzeyi İçin Janbu Yöntemi ile Duraylılık Analizi

Kuyu içi ölçümlerde Çizelge 6.1 de verildiği gibi S1(31.0 m) ve S6 (20.16 m) no.lu kuyularda sapma olduğu yani kayma yüzeyi gözlenmiştir. Ancak, Bishop yöntemine göre yapılan duraylılık analizinde bu sondajlardaki sapma noktalarından geçen dairesel bir kayma yüzeyi belirlenememiştir. Bu nedenle, S1 ve S6 no.lu sondajlardan geçen

dairesel olmayan kayma düzlemi için Janbu (1968) yöntemine göre statik ve dinamik koşullar için duraylılık analizleri yapılmıştır.

Janbu yöntemine göre A-A’ kesit hattında yapılan duraylılık analizinde statik koşulda GS, 1.71’ dir. Janbu yöntemine göre yapılan dinamik analiz için güvenlik katsayıları Çizelge 6.4.’ de verilmiştir. A-A’ kesit hattında yapılan duraylılık analizinde statik koşulda GS 1.83 ve dinamik analizlerinde en düşük 1.29 dur.

Janbu yöntemine göre B-B’ kesit hattında yapılan duraylılık analizinde statik koşulda GS 1.83 (Şekil 6.7.) ve dinamik analizlerinde en düşük 1.35’ dir. B-B’ kesiti için farklı psödostatik katsayılara göre güvenlik katsayısının değişimi Çizelge 6.5.’ de verilmiştir.

Çizelge 6.4. A-A’ kesiti için Janbu yönteminde farklı psödostatik katsayılar ile güvenlik katsayısının (GS) değişimi

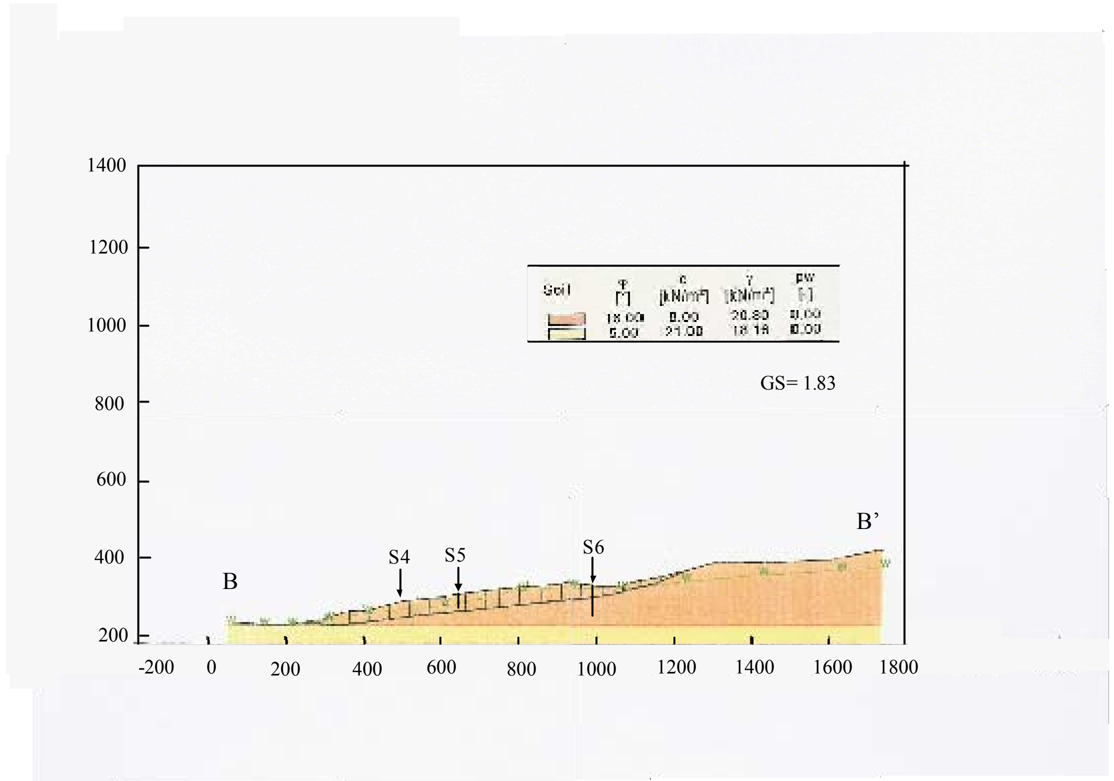
k_h (g)	GS
Statik (k_h = 0)	1.71
0.01	1.58
0.02	1.47
0.03	1.38
0.04	1.29

Çizelge 6.5. B-B’ kesiti için Janbu yönteminde farklı psödostatik katsayı ile güvenlik katsayısının (GS) değişimi

k_h	GS
Statik (k_h = 0)	1.83
0.01	1.68
0.02	1.55
0.03	1.45
0.04	1.35

Buradan, A-A’ ve B-B’ kesitlerinde dairesel olmayan yüzeyde güvenlik katsayılar 1.00 den büyük olduğundan, arazide kaymaların dairesel olmayan yüzeyler boyunca değil, dairesel yüzeyler boyunca gerçekleştiği ve bunun da arazi gözlem ve ölçümlerini desteklediği söylenebilir.

Dairesel kaymalar için güvenlik katsayıları 1’ den büyüktür. Dinamik kuvvetlerin etkisi ile güvenlik katysayılarının 1’ in altına düşmesi depremin bu heyelanlar üzerine etkisini ifade etmektedir.



Şekil 6.7. B-B’ kesitinde statik durumdaki kayma düzlemi

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında Taşova' nın kuzeyindeki heyelanlı bölgenin mühendislik jeolojisi özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları ile duraylılık analizlerinden elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

1. Ana heyelan, K-G yönünde 2.5 km ve D-B yönünde 6.0 km boyutundadır. Heyelan KD' da 700 m ile G' de Yeşilırmak yatağındaki 250 m kotları arasında yer almaktadır ve haraket önü güneye yani Yeşilırmağın kuzeye büklüm yaptığı noktaya doğrudur. Ana heyelan içerisinde yedi adet ikincil heyelan mevcuttur.

2. İnceleme alanında uzun yıllardır etkinliği sürmekte olan kütle hareketleri, tarım arazilerini, Taşova-Alparslan yolunun Taşova çıkışındaki yerleşimi alanını etkilemektedir.

3. İki kesit hattı üzerinde hareket varlığını ve miktarını belirlemek için, Baz noktasında GPS ile yapılan ölçümler sonucunda on aylık süre içerisinde A-A' hattındaki S3 numaralı kuyuda hareket en az 4.8 cm ile en fazla 9.8 cm arasında ve B-B' hattındaki S4 numaralı kuyuda en az 8.9 cm ile en fazla 13.9 cm hareket olduğu, S5 numaralı kuyuda en az 3.1 cm ve en fazla 8.1 cm hareket olduğu belirlenmiştir. S1 ve S6 no.lu sondajlarda ise kuyu içindeki ölçümlerde sapmaların olmasına karşılık GPS ile yapılan ölçümlerde hareket gözlenmemiştir.

4. S3, S4 ve S5 nonumaralı sondajlardaki hareketlerin 14.05.2004 tarihinde yapılan ölçümlerde olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeninin yağış sularının yanında Meşeli göletindeki kaçakların olduğu düşünülmektedir.

5. Duraylılık analizlerinde, topuğa yakın kesimlerdeki S3 ve S4 numaralı sondaj kuyularından geçen dairesel kayma yüzeyleri belirlenmiştir. Belirlenen kayma yüzeyi derinliği en fazla 42.45 m olup S4 nolu kuyuda ölçülmüştür. Bishop yöntemine göre yapılan duraylılık analizlerinde A-A' hattında statik koşulda güvenlik katsayısı 1.24 dür. Dinamik koşullar güvenlik katsayısının 1 olması için hesaplanan psödostatik katsayı (k_h) 0.038 dir

6. B-B' kesit hattı üzerinde yapılan duraylılık analizlerinde statik koşulda güvenlik katsayısı 1.16 dır. Dinamik koşullar güvenlik katsayısının 1 olması için hesaplanan psödostatik katsayı (k_h) 0.023 dür. Bu heyelanın topuğunda Taşova ilçesinin batısındaki konutlar ve ilköğretim okulu bulunmaktadır. Bu yapıların tehlike altında bulunduğu gözden uzak tutulmamalıdır.

7. Yeşilırmağın topuktan yük alması hareketi hızlandırıcı bir etkendir. Bu durumun en fazla etkilediği A-A' kesit hattında ırmağın topuğu 5 m ve 10 m aşındırması durumunda duraylılık analizleri yapılmıştır. Topuğun 5 m aşınması durumundaki duraylılık incelendiğinde dinamik koşullar güvenlik katsayısının 1 olması için hesaplanan psödostatik katsayı (k_h) 0.02 dir. 10 m aşınması durumunda statik koşulda güvenlik katsayısı 1.01 olmakta ve dinamik koşullar güvenlik katsayısının 1 olması için hesaplanan psödostatik katsayı (k_h) 0.003 dür. Yeşilırmağın topuğu aşındırma etkisi güvenlik sayısını azaltmaktadır.

8. Duraylılık analizlerinden statik koşulda elde edilen güvenlik katsayısının 1' den büyük olması, bu hareketlerin zaman içindeki yavaş gelişimi ile açıklanabilir. Buna karşın, psödostatik analiz sonuçları, birinci derece deprem bölgesinde bulunan inceleme alanında meydana gelecek depremlerden kaynaklanan yatay yer ivmelerinin yamaçların duraylılığını azaltıcı bir etken olacağını işaret etmektedir. Yeşilırmağın heyelan topuğundan yük alması işlemi devam etmektedir. Bu durum heyelanı hızlandırıcı yönde önemli etkenlerden birisidir.

Hali hazırda Yeşilırmak yatağının kuzey yamacındaki heyelanlar bunun en önemli göstergelerinden birisidir. Bu nedenle, Yeşilırmağın akışının mevcut yatağın güneyinde yeni bir yatak oluşturularak sağlanması uygun olacaktır.

9. S3 ve S4 numaralı sondajların üzerinde bulunduğu heyelanlarda görülen harekette yüzey suları ve Meşeli göletindeki sızmaların etkili olduğu belirlenmiştir. Bu göletin sızdırmazlığının sağlanması ve heyelan bölgesinde local alanlarda yüzey suyuna karşı drenajın sağlanması duraylılığı arttırıcı etken olacaktır. Kuyu içinde sapmanın ve baz noktasına göre hareketin devam edip etmeyeceğinin belirlenmesi için en az bir yıl süreyle gözlemlere devam edilmesi uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

AİGM 2003. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara

Akça, İ., Gündoğdu, Y., Bilgehan, R.P., Ulugergerli, E. ve Kılıç, R. 2003. Fosil heyelanların kayma yüzeylerinin belirlenmesinde jeofizik çalışmalar. Türkiye 15. Jeofizik Kurultayı ve Sergisi. 20-24 Ekim. Izmir.

Aktimur, H.T., Tekirli, M.E., Yurdakul, M.E., Ateş, Ş., Ürgün, B.M., Teoman, M.Ş., Keçer, M., Turşucu, A., Genç, S. 1989. Niksar, Erbaa ve Destek dolayının jeolojisi. MTA Rap. No. 8894. Ankara.

Alp, D. 1972. Amasya yöresinin jeolojisi. İ. Ü. Fen Fakültesi Monografileri. İstanbul.

Ambraseys, N. N. 1970. Some characteristics features of the NAFZ. Tectonophysics, 9:143-165.

Arpat, E ve Şaroğlu, F. 1975. Türkiye' de bazı genç tektonik olaylar. MTA Dergisi. Ankara.

ASTM (American Society for Testing and Materials). 1994. Annual Book of ASTM Standarts-Soil and Rock, Building Stones, Section 4, Contruction. V.04.08., ASTM Publication, 978 p.

Bishop, A. W. 1955. "The use of slip circle in the Stability Analysis of Earth Slopes" Geotechnique, Vol. 5, No. 1, 7-17.

Blumenthal, M.M. 1950. Beitraege zur geologie les landshaiten am mittleren und unteren Yeşilırmak (Tokat, Amasya, Erbaa, Niksar, Tokat). MTA yay. Ankara.

Barka, A. 1984. Kuzey Anadolu Fay zonundaki bazı Neojen-Kuvaterner havzalarının jeolojisi ve tektonik evrimi. Ketin Simp. Türkiye Jeoloji Kurultayı. 209-227. Ankara.

Barka, A. 1996. Slip distribution along the North Anatolian Fault associated with large earthquakes of the period 1939 to 1967. Bull. Seism.Soc.Am., 86, 1238-1254.

Bilge Harita Jeoloji İnşaat Ltd. Şti, 2001. Taşova İlçesi Mücavir Alanı İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüd Raporu. 28 s. Ankara.

Bilgehan, R.P., Ulamış, K., Koçbay, A. ve Kılıç, R. 2003. Pliyo-Kuvaterner birimlerde oluşan heyelanın jeoteknik incelemesi (Amasya, Taşova). Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 10. Yıl Sempozyumu. 15-18 Ekim 2003. Mersin.

Bilgehan, R.P., Ulamış, K., Koçbay, A. ve Kılıç, R. 2003. Geotechnical investigation of the landslide at Tasova urban area (Amasya, Turkey). International Conference on New Developments in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. 29-31 May 2003. Lefkoşa, North Cyprus.

Bilgehan, R.P., Ulamış, K., Akça, İ., Ulugergerli, E. ve Kılıç, R. 2004. Taşova (Amasya) çevresindeki fosil heyelanların jeofizik ve mühendislik jeolojisi özellikleri. 57. Türkiye Jeoloji Kurultayı. Ankara.

Bishop, A.W. 1950. "The use of the slip circle in the stability analysis of slopes" Geotechnique, Vol.5, No. 1, pp. 7-17.

Cruden, D.M. 1991. A simple definition of a landslide: Bulletin of the International Association of Engineering Geology, v. 43, p. 27-29.

DAD (Deprem Araştırma Dairesi), 1997. Ankara.

Das, B. M. 1998. Principles of Geotechnical Engineering, California State University. Sacramento.

Dewey, J. F., 1976. Seismicity of Northern Anatolia. Bulletin Seismological Society of America, 66, 843-868.

DIN 4084-100. Soil - Calculation of slope and embankment failure and overall stability of retaining structures - Part 100: Analysis in accordance with the partial safety factor concept.

DMGMİ (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü). 2004. Ankara.

ENV 1997. Jeoteknik tasarım - Bölüm 2: Laboratuvar deneyleri ile desteklenen tasarım (Eurocode 7).

EC7 (1997) Jeoteknik tasarım - Bölüm 2: Laboratuvar deneyleri ile desteklenen tasarım (Eurocode 7).

Erdem, K. 2000. Taşova ovasının hidrojeoloji incelemesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara.

Irrlitz, W. 1971. Neogene and older Pleistocene of the intramontane basins in the Pontic region of Anatolia: Newsl. Stratigr., 1,3,33-36.

Irrlitz, W. 1972. Lithostratigraphie und tectonische entwicklung des Neogens in Nordostanatolien: Beih. Geol. Jb. 120.

Janbu, N. 1968. "Slope stability computations", Soil Mechanics and Foundation Engineering Report, Technical University of Norway, Trondheim.

Ketin, İ. 1969. About the North Anatolian fault. Bull. Min. res. Explor. Ins. 72, 1-27. Ankara.

Kılıç, R. ve Canik, B. 1997. Taşova Belediyesi İmar Planına ait Jeolojik ve Jeoteknik rapor. 38 s. Ankara Üniversitesi.

Kılıç, R., Varol, B., Gökten, E., Başokur, A.T., koçbay, A., Bilgehan, R.P., Ulamış, K., Tokgöz, E. 2002a. Amasya ili Taşova ilçesi yerleşim alanındaki F1 ve F2 fay zonunun jeolojik, jeofizik ve jeoteknik incelemesi. Rapor, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Kılıç, R., Koçbay, A., Bilgehan, R.P. ve Ulamış, K. 2002b. Amasya ili Taşova ilçesi yerleşim alanındaki "Afete maruz bölgenin" jeoteknik incelemesi. Rapor, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Liao, S. S. C. and Whitman, R. V. 1986. "”Overburden correction factors for SPT in sand. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol. 112, No. 3, pp. 373-377.

MTA. 1990. 1: 100 000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Ankara.

Özcan, A., Erkan, E., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M. ve Tekeli, O. 1980. Kuzey Anadolu Fayı-Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi. MTA Raporu, No:6722 (yayımlanmamış), Ankara.

Öztürk, A. 1979. Ladik-Destek dolayının stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 22/1,

27-34. Ankara.

Schuster, R. L. 1996. Socio-economic significance of landslides. Landslides: Investigation and mitigation A. K. Turner and R.L. Schuster (eds.), Transportation Resaerch Board, National Research Council, Special Report-247, National Academy Press, Washington DC, 12-35.

Seymen, İ. 1975. Kelkit Vadisi' nde Kuzey Anadolu Fay Zonu' nun tektonik karakteristikleri. Yüksek Lisans Tezi, 192 s., İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Terlemez, H. I. Ç. ve Yılmaz, A. 1980. Ünye, Ordu, Koyulhisar, Reşadiye arasında kalan yörenin stratigrafisi. Türkiye Jeo. Bült. 23/2, 179-193, Ankara.

EK 2 XRD GRAFİKLERİ

ANKARA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ LABORATUVARI

DENEY SONUÇLARI

PROJE : Taşova-Heyelan
Tarih : 17.09.2003

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Doğ. su iç. ω (%)	SPTN	Likidite İnd. LI %	Kıvam İnd K %	Atterberg Limitleri LL%	PL%	PI %	Elek Analizi +4	-200	Unıform kat. Cu	Cc	Zemin gurup	Kıvamı	Doğ.birim hacim.ağ kN/m^3	Kesme kutusu c	ϕ	D.Tipi	SPTNcor
S1	SPT1	1,50-1,95	9	21	-1,82	2,82	40	29	11	58	20			GM	Katı					32
	SPT2	3,0-3,45	4	>50	-1,83	2,83	38	26	12	62	15			GM	Katı					>50
	SPT3	4,50-4,59	5	>50	-2,7	3,7	42	32	10	8	30			SM	Katı					>50
	SPT4	6,0-6,22	5	>50	-2,88	3,87	36	28	8	51	13			GM	Katı					>50
	SPT5	7,5-7,70	7	>50	-2,11	3,11	35	26	9	38	13			SM	Katı					>50
	SPT6	9,0-9,10	9	>50						53	4	137	0,20	GP						>50
	SPT7	10,5-10,77	7	>50	-2,67	3,67	40	31	9	37	14			SM	Katı					>50
	SPT8	12-12,39	8	>50						51	10	186	0,07	GP						50
	SPT9	13,5-13,95	9	>50						55	11			GP						49
	SPT10	15-15,28	8	>50	-1,75	2,67	41	29	12	40	13			SM	Katı					48
	SPT11	16,5-16,6	8	>50	-3	4	32	26	6	45	12			GP-GM	Katı					48
	SPT12	18-18,10	9	>50	-2,13	3,12	34	26	8	56	10	142	0,18	GP-GM	Katı					48
	SPT13	19,5-19,62	3	>50						77	4	50	8	GP						47
	SPT14	21-21,09	12	>50	-1,5	2,5	37	27	10	52	13			GM	Katı					47
	SPT15	22,5-22,74	7	>50	-2,88	3,88	38	30	8	49	14			GM	Katı					46
	SPT 16	24-24,04	10	>50						54	10	171	0,30	GP						46
	SPT17	25,5-25,59	8	>50	-1,64	2,63	37	26	11	37	15			SM	Katı					46
	SPT18	27-27,14	9	>50	-1,5	2,5	39	27	12	32	17			SM	Katı					46
	SPT19	28,5-28,59	10	>50	-1,5	2,5	40	28	12	31	16			SM	Katı					45
	SPT20	30-30,07	12	>50						52	10	181	0,34	GP						45
	SPT21	31,5-31,55	11	>50						55	9	179	0,25	GP						45
	SPT22	33,0-33,05	18	>50						60	10	158	0,41	GP						45
	SPT23	33,7-33,95	27	>50	-0,37	1,37	86	43	43	61	15			GM	Katı					44
	SPT24	34,5-34,63	17	>50	-1,17	2,17	43	31	12	63	18			GM	Katı					44
	SPT25	36-36,05	12	>50						54	9	165	0,15	GP						44
	SPT26	37,51-37,5	13	>50						52	11			GP						44
	SPT27	39-39,04	15	>50						60	11			GP						44
	SPT28	40,5-40,94	27	>50	-0,4	1,4	76	41	35	51	16			GP	Katı					43
	SPT29	42-42,20	28	>50	-0,28	1,28	65	36	29	1	91			MH	Katı					42
	SPT30	43,5-43,55	24	>50	-0,25	1,25	39	27	12	60	13			GM	Yarı Katı					41

	SPT31	45-45,13	12	>50	-1,56	2,56	35	26	9	22	18			SM	Katı					41
S2	SPT1	1,50-1,95	4	33	-2,63	3,62	33	25	8	70	7	64.3	19.8	GP-GM	Katı					>50
	SPT2	3,0-3,45	8	21						68	4	93	17,1	GP						30
	SPT3	4,5-4,95	7	6	-2	3	34	25	9	61	8	100	8,2	GP-GM	Katı					8
	SPT4	6,0-6,45	14	9	-0,92	1,92	39	26	13	63	14			GM	Katı					11
	SPT5	7,5-7,95	7	26	-1,73	2,73	37	26	11	57	10			GP-GM	Katı					31
	SPT6	9,0-9,45	6	37	-2,5	3,5	34	26	8	56	16			GM	Katı					41
	SPT7	10,5-10,95	8	20	-1,58	2,58	39	27	12	43	15			GM	Katı					21
	SPT8	12-12,45	9	31	-2,63	3,63	38	30	8	51	17			GM	Katı					31
	SPT9	13,5-13,95	14	30	-1,9	2,9	43	33	10	38	19			SM	Katı					29
	SPT10	15-15,45	15	22	-1,08	2,1	40	28	12	30	21			SM	Katı					20
	SPT11	16,5-16,95	21	>50	-0,38	1,37	54	30	24	0	92			MH	Katı					45
	SPT12	18-18,45	19	>50	-2	2	35	27	8	0	75			ML	Katı					43
	SPT13	19,5-19,94	18	>50	-0,65	1,65	51	31	20	0	94			MH	Katı					42
	SPT14	21-21,45	18	49	-0,52	1,52	53	30	23	0	94			MH	Katı					39
	SPT15	22,5-22,95	8	38	-1,53	2,53	46	31	15	31	10			SM	Katı					30
	SPT16	24-24,44	12	>50	-1,25	2,25	39	27	12	20	18			SM	Katı					39
	SPT17	25,5-25,95	17	46	-1,18	2,18	41	30	11	14	42			SM	Katı					35
	SPT18	27-27,43	19	>50	-0,92	1,92	44	31	13	4	72			ML	Katı					>50
	SPT19	28,5-28,58	9	>50	-2,13	3,12	34	26	8	54	13			GM	Katı					>50
	SPT20	30-30,25	16	>50	-1,15	2,15	44	31	13	50	25			GM	Katı					>50
	SPT21	31,5-31,85	17	>50	-1,17	2,16	43	31	12	6	67			ML	Katı					>50
	SPT22	33-33,12	6	>50	-2,67	3,67	39	30	9	52	14			GM	Katı					>50
	SPT23	34,5-34,64	6	>50	-1,83	2,83	40	28	12	49	11			GP-GM	Katı					>50
	SPT24	36-36,13	10	>50	-1,46	2,46	42	29	13	55	14			GM	Katı					>50
	SPT25	38-38,08	6	>50	-2,18	3,18	41	30	11	55	15			GM	Katı					>50
S3	SPT1	1,50-1,95	6	25	-1,53	2,53	44	29	15	51	12			GP-GM	Katı					38
	SPT2	3,0-3,45	6	>50	-2,63	3,63	35	27	8	53	4	49	0,22	GP-GM	Katı					>50
	SPT3	4,5-4,95	7	46	-3,13	4,13	40	32	8	55	6	53.3	0.41	GP-GM	Katı					>50
	SPT4	6,0-6,45	12	33	-1,25	2,25	39	27	12	16	19			SM	Katı					41
	SPT5	7,5-7,95	8	>50	-2,22	3,22	37	28	9	43	10	86.7	0.7	SP-SM	Katı					>50
	SPT6	9,0-9,45	6	>50	-2,18	3,18	41	30	11	28	14			SM	Katı					>50
	SPT7	10,4-10,77	8	>50	-1,82	2,81	39	28	11	55	10	67	0,5	GP-GM	Katı					>50
	SPT8	12-12,45	10	>50	-1,62	2,62	44	31	13	51	16			GM	Katı					>50
	SPT9	13,4-13,95	7	>50	-2,5	3,5	35	27	8	39	11			GP-GM	Katı					>50
	SPT10	15-15,28	8	>50	-2,22	3,22	37	28	9	51	13			GM	Katı					>50
	SPT11	16,4-16,77	9	>50	-1,5	2,5	39	27	12	56	14			GM	Katı					>50
	SPT12	18-18,40	9	>50	-1,83	2,83	43	31	12	63	15			GM	Katı					>50
	SPT13	19,4-19,73	11	>50	-2,11	3,11	39	30	9	32	14			SM	Katı					>50
	SPT14	21-21,11	7	>50	-1,85	2,85	44	31	13	54	20			GM	Katı					>50
	SPT15	22,4-22,63	11	>50	-2,63	3,63	40	32	8	61	18			GM	Katı					>50
	SPT16	25-25,45	12	>50	-1,64	2,63	41	30	11	20	38			SM	Katı					>50

	SPT17	25,5-25,95	12	>50	-1,7	2,7	39	29	10	4	78			ML	Katı					>50
	SPT18	27-27,45	10	>50	-2,73	2,82	41	30	11	6	81			ML	Katı					>50
	SPT19	28,5-28,92	11	>50	-1,38	2,38	42	29	13	15	41			SM	Katı					>50
	SPT20	30-30,45	13	>50	-1,25	2,25	40	28	12	26	28			SM	Katı					>50
	SPT21	31,5-31,95	11	>50	-1,55	2,54	39	28	11	71	8	62.5	3.12	GP-GM	Katı					>50
	SPT22	33,1-33,22	10	>50	-1,82	2,82	41	30	11	55	16			GM	Katı					>50
	SPT23	34,5-34,95	11	>50	-1,06	2,06	44	28	16	49	16			GM	Katı					>50
	SPT24	36-36,36	11	>50	-1,33	2,33	39	27	12	68	13			GM	Katı					>50
	SPT25	37,5-37,76	17	>50	-1,6	2,6	43	33	10	32	28			SM	Katı					>50
	SPT26	39-39,45	9	>50	-1,54	2,54	42	29	13	37	16			SM	Katı					>50
	SPT27	40,4-40,95	13	>50	-2	3	40	31	9	7	22			SM	Katı					>50
S4	SPT1	1,50-1,95	5	33	-1,5	2,5	45	29	16	51	42			GM	Katı					50
	UD1	7,50-7,95	31	-	-0,12	1,17	45	33	12	20	52			ML	Yarı Katı					
	SPT2	3,0-3,45	17	34	-1,18	2,18	41	30	11	68	16			GM	Katı					48
	SPT3	4,5-4,95	7	>50	-2,56	3,55	39	30	9	71	6	60	18.5	GP-GM	Katı					>50
	SPT4	6,0-6,45	25	34	-0,5	1,5	79	43	36	0	87			MH	Katı					43
	SPT5	8,0-8,29	15	>50	-1,21	2,21	46	32	14	1	68			ML	Katı					>50
	SPT6	9,0-9,29	9	>50	-1,91	2,90	41	30	11	28	16			SM	Katı					>50
	SPT7	10,5-10,78	9	>50	-2,25	3,25	35	27	8	58	11			GP-GM	Katı					>50
	SPT8	12-12,10	7	>50	-2,17	3,17	45	33	12	30	13			SM	Katı					>50
	SPT9	13.5-13.55	14	>50	-1,08	2,08	39	27	12	28	18			SM	Katı					>50
	SPT10	15-15,13	11	>50	-1,67	2,67	43	31	12	56	9	87.5	2.16	GW-GM	Katı					>50
	SPT11	16,5-16,61	11	>50	-1,06	2,06	44	28	16	19	20			SM	Katı					>50
	SPT12	18-18,10	9	>50	-1,55	2,54	37	26	11	25	16			SM	Katı					>50
	SPT13	19,5-19,61	12	>50	-1,6	2,6	38	28	10	31	20			SM	Katı					>50
	SPT14	21-21,10	1	>50	-1,83	3,16	39	27	12	23	16			SM	Katı					>50
	SPT15	22,5-22,60	11	>50	-1,64	2,64	40	29	11	31	17			SM	Katı					>50
	SPT16	24-24,08	7	>50	-2,11	3,11	35	26	9	37	16			SM	Katı					>50
	SPT17	25.5-25.55	15	>50	-0,85	1,85	39	26	13	26	14			SM	Katı					>50
	SPT18	27-27,45	28	28	0	1	38	28	10	47	19			GM	Plastik-sert					26
	SPT19	28,5-28,95	15	39	-1,27	2,27	40	29	11	28	14			SM	Katı					35
	SPT20	30-30,14	9	>50	-2,13	3,12	34	26	8	25	20			SM	Katı					46
	SPT21	31,5-31,95	10	41	-1,8	2,8	38	28	10	30	16			SM	Katı					36
	SPT22	33-33,45	11	37	-1,78	2,77	36	27	9	12	17			SM	Katı					32
	SPT23	34.5-34.95	14	35	-1,22	2,22	34	25	9	20	25			SM	Katı					30
	SPT24	36-36.45	16	28	-2,2	3,2	32	27	5	26	18			SM	Katı					23
	SPT25	37.5-37.95	12	23	-1,36	2,36	38	27	11	35	16			SM	Katı					19
	SPT26	39.0-39.45	17	29	-0,69	1,69	39	26	13	32	18			SM	Katı					23
	SPT27	40.5-40.95	15	26	-1,27	2,27	40	29	11	29	14			SM	Katı					20
	SPT28	42.0-42.45	11	40	-1,45	2,45	38	27	11	37	23			SM	Katı					30
	SPT29	43-43,26	16	>50	-1,38	2,37	35	27	8	1	63			ML	Katı					>50
	SPT30	44,5-44,63	14	>50	-2	3	32	26	6	10	61			ML	Katı					>50

	SPT31	46-46,14	13	>50	-1,18	2,18	37	26	11	8	65			ML	Katı					>50
	SPT32	47,5-47,59	13	>50	-1,33	2,33	34	25	9	3	69			ML	Katı					>50
	SPT33	49-49,11	13	>50	-1,31	2,30	43	30	13	2	66			ML	Katı					>50
	SPT34	50,5-50,60	16	>50	-1,75	2,75	38	30	8	4	70			ML	Katı					>50
	SPT35	51,5-51,95	13	>50	-1,21	2,21	44	30	14	8	85			ML	Katı					>50
S5	SPT1	1,50-1,95	17	24	-1,09	2,09	40	29	11	81	5	39.3	11.7	GP-GM	Katı					36
	SPT2	3.0-3.45	14	4	-0,92	1,92	39	26	13	69	6			GP-GM	Katı					6
	SPT3	4,50-4,95	10	16	-2,2	3,2	42	32	10	73	8	110	27.5	GP-GM	Katı					21
	SPT4	6-6,45	16	19	-1,18	2,18	40	29	11	55	18			GM	Katı					24
	SPT5	7,5-7,95	9	24	-1,67	2,67	41	29	12	45	15			GM	Katı					28
	SPT6	9,0-9,45	9	49	-1,55	2,55	37	26	11	53	17			GM	Katı					>50
	SPT7	10,5-10,95	8	37	-2,75	3,75	38	30	8	68	7	68.8	7	GM	Katı					40
	SPT8	12-12,45	9	>50	-1,55	2,55	37	26	11	63	11			GP-GM	Katı					>50
	SPT9	13,5-13,95	11	49	-1,31	2,31	41	28	13	45	12			GP-GM	Katı					50
	SPT10	15-15,45	11	>50	-1,15	2,15	39	26	13	61	10			GP-GM	Katı					>50
	SPT11	16,5-16,95	6	42	-2,7	3,7	43	33	10	65	8	77.3	10	GP-GM	Katı					42
	SPT12	18-18,45	9	>50	-1,19	2,18	44	28	16	70	10			GP-GM	Katı					>50
	SPT13	19,5-19,95	8	>50	-3	4	40	32	8	51	12			GP-GM	Katı					>50
	SPT14	21-21,45	8	>50	-1,36	2,36	41	27	14	53	11			GP-GM	Katı					>50
	SPT15	22,5-22,74	9	>50	-1,58	2,58	40	28	12	52	10			GM	Katı					>50
	SPT16	24-24,14	12	>50	-1,69	2,69	47	34	13	38	16			SM	Katı					>50
	SPT17	25,5-25,56	9	>50	-2,2	3,2	41	31	10	48	9			GP-GM	Katı					>50
	SPT18	27.0-27.08	15	>50	-0,86	1,86	41	27	14	61	20			GM	Katı					>50
	SPT19	28,5-28,75	14	>50	-1,29	2,28	46	32	14	60	14			GM	Katı					>50
	SPT20	30-30,07	10	>50	-1,13	2,13	44	28	16	30	18			SM	Katı					>50
	SPT21	31,5-31,63	9	>50	-1,92	2,92	47	34	13	52	13			GM	Katı					>50
	SPT22	33-33,10	7	>50	-1,31	2,31	44	28	16	31	16			SM	Katı					>50
	SPT23	34.5-34.54	14	>50	-1,17	2,16	40	28	12	28	20			SM	Katı					>50
	SPT24	36-36,45	30	>50	0,21	0,78	41	27	14	1	82			ML	Plastik-sert					>50
	SPT25	37,5-37,64	12	>50	-2	3	42	32	10	46	21			GM	Katı					>50
	SPT26	39.0-39.07	16	>50	-1	2	40	28	12	55	17			GM	Katı					>50
	SPT27	40.5-40.95	18	23	-1,3	2,3	41	31	10	2	81			ML	Katı					18
	SPT28	42-42,45	16	10	-0,71	1,71	40	26	14	18	67			ML	Katı					8
	SPT29	43,5-43,95	17	>50	-1	2	41	29	12	4	24			SM	Katı					39
S6	SPT1	1,50-1,95	21	10	-0,75	4,1	35	27	8	4	72			ML	Katı					16
	UD1	4,50-5,0	31	-	-0,05	1,05	51	32	19	0	86			MH	Yarı katı	20.10	8	16	CU	
	SPT2	3,0-3,45	26	9	-0,15	1,15	41	28	13	1	79			ML	Yarı katı					14
	SPT3	5,0-5,45	29	18	-0,08	1,08	55	31	24	0	84			MH	Yarı katı					26
	UD2	7,50-8,0	26	-	-0,07	1,07	41	27	14	0	78			ML	Yarı katı	19.90	9	17	CU	
	SPT4	6,0-6,45	33	13	-0,32	1,32	62	40	22	0	88			MH	Katı					19
	SPT5	8,0-8,45	30	16	-0,2	1,2	66	36	30	0	92			MH	Yarı katı					22
	UD3	10,5-11,0	32		-0,17	0,69	66	37	29	0	93			MH	Plast-yum	21.00	11	19	CU	

	SPT6	9,0-9,45	27	22	-0,28	1,28	59	34	25	0	88			MH	Katı					30
	SPT7	11-11,45	35	23	-0,27	1,26	54	39	15	0	95			MH	Katı					30
	SPT8	12,0-12,45	41	30	0,88	0,70	53	26	17	0	64			MH	Plast-yum					38
	SPT9	13,5-13,95	24	18	-0,93	1,92	51	37	14	2	69			MH	Katı					23
	SPT10	15-15,35	17	>50	-0,92	1,93	40	28	12	3	39			SM	Katı					>50
	SPT11	16.5-16.57	14	>50	-1,25	2,25	41	29	12	52	13			GM	Katı					>50
	SPT12	18-18,36	11	>50	-1,06	2,06	44	28	16	41	32			GM	Katı					>50
	SPT13	19,5-19,63	10	>50	-1,38	2,38	41	28	13	53	16			GM	Katı					>50
	SPT14	21-21,44	8	>50	-2	3	41	30	11	27	20			SM	Katı					>50
	SPT15	22,5-22,63	10	>50	-1,5	2,5	40	28	12	33	17			SM	Katı					>50
	SPT16	24-24,45	16	>50	-0,19	1,18	48	21	27	1	69			ML	Yarı katı					>50
	SPT17	25,5-25,60	6	>50	-2,18	3,18	41	30	11	1	74			ML	Katı					>50
	SPT18	27-27,09	11	>50	-1,54	2,53	44	31	13	51	17			GM	Katı					>50
	SPT19	28.5-28.53	14	>50	-1,18	2,18	38	27	11	60	19			GM	Katı					>50
	SPT20	30.0-30.05	11	>50	-1,14	2,14	41	27	14	58	21			GM	Katı					>50
NÇ1		3.5-4.0	14	-	-1.24	2.11	42	20	22	2	68			ML	Katı	17.50	21	5	CU	-
NÇ2		4.5-5.0	16	-	-0.25	1.29	41	27	14	1	75			ML	Katı	18.83	24	7	CU	-

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Antakya' da doğdu. İlk öğrenimini Antakya' da, orta ve lise öğrenimini Adıyaman' da tamamladı. 1995 yılında Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü' nden Jeoloji Mühendisi ünvanıyla mezun oldu. 1995-1997 yılları arasında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı' nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 1997 yılında Doktora öğrenimine başladı.

13 Kasım 1997 tarihinde Niğde Üniversitesi, Aksaray Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü' nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 1998 yılında 35. madde ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı' nda Doktora öğrenimi için görevlendirildi. Halen aynı birimde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.